

VERTRETUNG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT  
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

# PCT

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>P98096W0.1P</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP 99/ 05664</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>05/08/1999</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>09/09/1998</b>
Anmelder <b>DEUTSCHE TELEKOM AG et al.</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

### 1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 2a

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Feld III

WORTLAUT DER ZUSAMMENFASSUNG (Fortsetzung von Punkt 5 auf Blatt 1)

Die Zusammenfassung wird wie folgt geändert:

Zeile 3: nach "Rechts" ist "(R)" hinzufügen

Zeile 4: nach "Linkskrümung" ist "(L)" hinzufügen

Zeile 5: nach "Faser" ist "(3)" hinzufügen

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 7 G02B6/14 G02B6/16 H04B10/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G02B H04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 701 376 A (SHIRASAKI MASATAKA) 23. Dezember 1997 (1997-12-23) Abbildungen 3A-8B Spalte 11, Zeile 1 - Zeile 42 Spalte 5 - Spalte 10 Spalte 4, Zeile 6 - Zeile 67 ---	1
A	EP 0 646 819 A (AT & T CORP) 5. April 1995 (1995-04-05) Abbildungen Spalte 9, Zeile 1 - Zeile 54 Spalte 8, Zeile 22 - Zeile 58 Spalte 4 - Spalte 5 Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 58 --- -/--	1,6,9

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Dezember 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

04/02/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mathyssek, K

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 613 028 A (ANTOS A JOSEPH ET AL) 18. März 1997 (1997-03-18) Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 41 Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 67 Spalte 5, Zeile 41 - Zeile 67 Abbildung 3 ----	1,3,4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 06, 28. Juni 1996 (1996-06-28) & JP 08 050208 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE), 20. Februar 1996 (1996-02-20) das ganze Dokument ----	13
A	EP 0 582 405 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 9. Februar 1994 (1994-02-09) Abbildungen 2-6 Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 27 Spalte 2 -Spalte 5 Spalte 1, Zeile 47 - Zeile 58 ----	1
A	US 5 408 545 A (LEE HO-SHANG ET AL) 18. April 1995 (1995-04-18) Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 60 Spalte 3 -Spalte 6 Spalte 2, Zeile 9 - Zeile 68 Abbildungen 3A-7 ----	1
A	HALDANE F.D.M.: "Path dependence of the geometric rotation of polarization in optical fibers" OPTICS LETTERS., Bd. 11, Nr. 11, November 1986 (1986-11), Seiten 730-732, XP002125466 OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON., US ISSN: 0146-9592 das ganze Dokument ----	1
A	PETROV N.I.: "Evolution of polarization in an inhomogeneous isotropic medium" JOURNAL OF EXPERIMENTAL AND THEORETICAL PHYSICS, Bd. 85, Nr. 6, Dezember 1997 (1997-12), Seiten 1085-1093, XP000861541 USA see sections 4 and 5 -----	1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/05664

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5701376	A	23-12-1997	JP 9043443 A	14-02-1997
EP 0646819	A	05-04-1995	US 5440659 A	08-08-1995
			CA 2130722 A	31-03-1995
			JP 7168070 A	04-07-1995
US 5613028	A	18-03-1997	AU 698533 B	29-10-1998
			AU 6678796 A	05-03-1997
			BR 9610421 A	06-07-1999
			CA 2221989 A	20-02-1997
			CN 1192809 A	09-09-1998
			EP 0843833 A	27-05-1998
			JP 11510619 T	14-09-1999
			WO 9706457 A	20-02-1997
JP 08050208	A	20-02-1996	NONE	
EP 0582405	A	09-02-1994	US 5298047 A	29-03-1994
			CA 2098747 A,C	04-02-1994
			CN 1083449 A,B	09-03-1994
			JP 6171970 A	21-06-1994
			MX 9304583 A	28-02-1994
			US 5418881 A	23-05-1995
US 5408545	A	18-04-1995	NONE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

Absender: ANMELDEAMT

## PCT

An

DEUTSCHE TELEKOM AG  
Technologiezentrum  
Patentabteilung, EK03  
D-64307 Darmstadt  
ALLEMAGNE

Deutsche Telekom AG  
Patentabteilung

Eing.: 27. SEP. 1999

RIS-3 W 27/9

**PCT/EP 99/05664**  
MITTEILUNG DES INTERNATIONALEN  
AKTENZEICHENS UND DES  
INTERNATIONALEN ANMELDEDATUMS

(Regel 20.5.c) PCT)

Absendedatum  
(Tag/Monat/Jahr)

21. 09. 99

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts  
P98096W0.1P

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen  
PCT/ EP 99/ 05664

Internationales Anmeldedatum( Tag/Monat/Jahr)  
05/08/1999

Prioritätsdatum( Tag/Monat/Jahr)  
09/09/1998

Anmelder  
DEUTSCHE TELEKOM AG

Bezeichnung der Erfindung

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationalen Anmeldung das oben genannte internationale Aktenzeichen und internationale Anmeldedatum zuerkannt worden ist.
2. Weiterhin wird dem Anmelder mitgeteilt, daß das Aktenexemplar der internationalen Anmeldung dem Internationalen Büro am oben angegebenen Absendedatum übermittelt worden ist.
3. ☐ Sonstiges:

\* Das Internationale Büro überwacht die Übermittlung des Aktenexemplars durch das Anmeldeamt und unterrichtet den Anmelder über dessen Eingang (mit Formblatt PCT/IB/301). Ist das Aktenexemplar bei Ablauf des vierzehnten Monats nach dem Prioritätsdatum noch nicht eingegangen, teilt das Internationale Büro dies dem Anmelder mit (Regel 22.1.c)).

Name und Postanschrift des Anmeldeamts



Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL-2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

*van Amster*

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

PCT

ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird.

Vom Anmeldeamt auszufüllen

PCT/EP 9 9 / 0 5 6 6 4

Internationales Aktenzeichen

(05. 08. 1999)

05 AUG 1999

Internationales Anmeldedatum

EUROPEAN PATENT OFFICE  
PCT INTERNATIONAL APPLICATION

Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts (falls gewünscht)  
(max. 12 Zeichen) P98096WO.1P

Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG

Optische Verbindungsstrecke

Feld Nr. II ANMELDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

DEUTSCHE TELEKOM AG  
Friedrich-Ebert-Allee 140

D - 53113 Bonn  
Deutschland

☐ Diese Person ist gleichzeitig Erfinder

Telefonnr.:

Telefaxnr.:

Fernschreibnr.:

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:



alle Bestimmungsstaaten



alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika



nur die Vereinigten Staaten von Amerika



die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

DULTZ, Wolfgang  
Marienbergerstr. 37

65936 Frankfurt/M.  
DE

Diese Person ist:

☐ nur Anmelder

☒ Anmelder und Erfinder

☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:



alle Bestimmungsstaaten



alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika



nur die Vereinigten Staaten von Amerika



die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

☒ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRETER; ZUSTELLANSCHRIFT

Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für den (die) Anmelder vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigenschaft zu handeln als:

☐ Anwalt



gemeinsamer Vertreter

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

Deutsche Telekom AG  
Technologiezentrum  
Patentabteilung EK03  
D - 64307 Darmstadt  
Deutschland

Telefonnr.:

+49 (61 51) 83-58 40

Telefaxnr.:

+49 (61 51) 83-58 43

Fernschreibnr.:

☐ Zustellanschrift: Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## Fortsetzung von Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Wird keines der folgenden Felder benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigelegt werden.

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

DULTZ; Gisela  
Marienbergerstr. 37

65936 Frankfurt/M.  
DE

Diese Person ist:

☐ nur Anmelder

☒ Anmelder und Erfinder

☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

FRINS; Erna  
Garibaldi 2859 - Ap. 403

11600 Montevideo  
URUGUAY

Diese Person ist:

☐ nur Anmelder

☒ Anmelder und Erfinder

☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

[URUGUAY] UY

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

[URUGUAY] UY

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

SCHMITZER; Heidrun  
König-Philipp-Weg 25

93051 Regensburg  
DE

Diese Person ist:

☐ nur Anmelder

☒ Anmelder und Erfinder

☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☒ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

Diese Person ist:

☐ nur Anmelder

☐ Anmelder und Erfinder

☐ nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

☐ alle Bestimmungsstaaten

☐ alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

☐ nur die Vereinigten Staaten von Amerika

☐ die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

☐ Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem zusätzlichen Fortsetzungsblatt angegeben.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



## Feld Nr. V BESTIMMUNG VON STAATEN

Die folgenden Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz a werden hiermit vorgenommen (bitte die entsprechenden Kästchen ankreuzen: wenigstens ein Kästchen muß angekreuzt werden):

## Regionales Patent

- ☐ AP ARIPO-Patent: GH Ghana, GM Gambia, KE Kenia, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SZ Swasiland, UG Uganda, ZW Simbabwe und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist
- ☐ EA Eurasisches Patent: AM Armenien, AZ Aserbaidshan, BY Belarus, KG Kirgisistan, KZ Kasachstan, MD Republik Moldau, RU Russische Föderation, TJ Tadschikistan, TM Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☒ EP Europäisches Patent: AT Österreich, BE Belgien, CH und LI Schweiz und Liechtenstein, CY Zypern, DE Deutschland, DK Dänemark, ES Spanien, FI Finnland, FR Frankreich, GB Vereinigtes Königreich, GR Griechenland, IE Irland, IT Italien, LU Luxemburg, MC Monaco, NL Niederlande, PT Portugal, SE Schweden und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- ☐ OA OAPI-Patent: BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Zentralafrikanische Republik, CG Kongo, CI Côte d'Ivoire, CM Kamerun, GA Gabun, GN Guinea, ML Mali, MR Mauretanien, NE Niger, SN Senegal, TD Tschad, TG Togo und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat der OAPI und des PCT ist (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben) .....

Nationales Patent (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben):

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> AL Albanien .....                          | <input type="checkbox"/> LS Lesotho .....   |
| <input type="checkbox"/> AM Armenien .....                          | <input type="checkbox"/> LT Litauen .....   |
| <input type="checkbox"/> AT Österreich .....                        | <input type="checkbox"/> LU Luxemburg .....                                       |
| <input type="checkbox"/> AU Australien .....                        | <input type="checkbox"/> LV Lettland .....  |
| <input type="checkbox"/> AZ Aserbaidshan .....                      | <input type="checkbox"/> MD Republik Moldau .....                                 |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnien-Herzegowina .....               | <input type="checkbox"/> MG Madagaskar .....                                      |
| <input type="checkbox"/> BB Barbados .....                          | <input type="checkbox"/> MK Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien ..... |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgarien .....                         | <input type="checkbox"/> MN Mongolei .....  |
| <input type="checkbox"/> BR Brasilien .....                         | <input type="checkbox"/> MW Malawi .....  |
| <input type="checkbox"/> BY Belarus .....                           | <input type="checkbox"/> MX Mexiko .....  |
| <input type="checkbox"/> CA Kanada .....                            | <input type="checkbox"/> NO Norwegen .....  |
| <input type="checkbox"/> CH und LI Schweiz und Liechtenstein .....  | <input type="checkbox"/> NZ Neuseeland .....                                      |
| <input type="checkbox"/> CN China .....                             | <input type="checkbox"/> PL Polen .....   |
| <input type="checkbox"/> CU Kuba .....                              | <input type="checkbox"/> PT Portugal .....  |
| <input type="checkbox"/> CZ Tschechische Republik .....             | <input type="checkbox"/> RO Rumänien .....  |
| <input type="checkbox"/> DE Deutschland .....                       | <input type="checkbox"/> RU Russische Föderation .....                            |
| <input type="checkbox"/> DK Dänemark .....                          | <input type="checkbox"/> SD Sudan .....   |
| <input type="checkbox"/> EE Estland .....                           | <input type="checkbox"/> SE Schweden .....  |
| <input type="checkbox"/> ES Spanien .....                           | <input type="checkbox"/> SG Singapur .....  |
| <input type="checkbox"/> FI Finnland .....                          | <input type="checkbox"/> SI Slowenien .....                                       |
| <input type="checkbox"/> GB Vereinigtes Königreich .....            | <input type="checkbox"/> SK Slowakei .....  |
| <input type="checkbox"/> GE Georgien .....                          | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone .....                                    |
| <input type="checkbox"/> GH Ghana .....                             | <input type="checkbox"/> TJ Tadschikistan .....                                   |
| <input type="checkbox"/> GM Gambia .....                            | <input type="checkbox"/> TM Turkmenistan .....                                    |
| <input type="checkbox"/> GW Guinea-Bissau .....                     | <input type="checkbox"/> TR Türkei .....  |
| <input type="checkbox"/> HR Kroatien .....                          | <input type="checkbox"/> TT Trinidad und Tobago .....                             |
| <input type="checkbox"/> HU Ungarn .....                            | <input type="checkbox"/> UA Ukraine .....   |
| <input type="checkbox"/> ID Indonesien .....                        | <input type="checkbox"/> UG Uganda .....  |
| <input type="checkbox"/> IL Israel .....                            | <input checked="" type="checkbox"/> US Vereinigte Staaten von Amerika .....       |
| <input type="checkbox"/> IS Island .....                            | <input type="checkbox"/> UZ Usbekistan .....                                      |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan .....                  | <input type="checkbox"/> VN Vietnam .....   |
| <input type="checkbox"/> KE Kenia .....                             | <input type="checkbox"/> YU Jugoslawien .....                                     |
| <input type="checkbox"/> KG Kirgisistan .....                       | <input type="checkbox"/> ZW Simbabwe .....  |
| <input type="checkbox"/> KP Demokratische Volksrepublik Korea ..... |   |
| <input type="checkbox"/> KR Republik Korea .....                    |   |
| <input type="checkbox"/> KZ Kasachstan .....                        |   |
| <input type="checkbox"/> LC Saint Lucia .....                       |   |
| <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka .....                         |   |
| <input type="checkbox"/> LR Liberia .....                           |   |

Kästchen für die Bestimmung von Staaten (für die Zwecke eines nationalen Patents), die dem PCT nach der Veröffentlichung dieses Formblatts beigetreten sind:

- ☒ AE Vereinigte arabische Emirate
- ☐ ZA Südafrika
- ☐ CR Costa Rica

Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen: Zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusatzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. (Die Bestätigung einer Bestimmung erfolgt durch die Einreichung einer Mitteilung, in der diese Bestimmung angegeben wird, und die Zahlung der Bestimmungs- und der Bestätigungsgebühr. Die Bestätigung muß beim Anmeldeamt innerhalb der Frist von 15 Monaten eingehten.)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Feld Nr. VI PRIORITÄTSANSPRÜCHE		<input type="checkbox"/> Weitere Prioritätsansprüche sind im Zusatzfeld angegeben.		
Anmeldedatum der früheren Anmeldung (Tag/Monat/Jahr)	Aktenzeichen der früheren Anmeldung	Ist die frühere Anmeldung eine:		
		nationale Anmeldung: Staat	regionale Anmeldung: regionales Amt	internationale Anmeldung: Anmeldeamt
Zeile(1) 09. September 1998 (09.09.1998)	198 41 068.9	DE		
Zeile(2)				
Zeile(3)				

☐ Das Anmeldeamt wird ersucht, eine beglaubigte Abschrift der oben in der (den) Zeile(n) bezeichneten früheren Anmeldung(en) zu erstellen und dem internationalen Büro zu übermitteln (nur falls die frühere Anmeldung(en) bei dem Amt eingereicht worden ist(sind), das für die Zwecke dieser internationalen Anmeldung Anmeldeamt ist)

\* Falls es sich bei der früheren Anmeldung um eine ARIPO-Anmeldung handelt, so muß in dem Zusatzfeld mindestens ein Staat angegeben werden, der Mitgliedstaat der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung eingereicht wurde.

### Feld Nr. VII INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

Wahl der internationalen Recherchenbehörde (ISA) (falls zwei oder mehr als zwei internationale Recherchenbehörden für die Ausführung der internationalen Recherche zuständig sind, geben Sie die von Ihnen gewählte Behörde an; der Zweibuchstaben-Code kann benutzt werden):

ISA / EP

Antrag auf Nutzung der Ergebnisse einer früheren Recherche; Bezugnahme auf diese frühere Recherche (falls eine frühere Recherche bei der internationalen Recherchenbehörde beantragt oder von ihr durchgeführt worden ist):

Datum (Tag/Monat/Jahr)      Aktenzeichen      Staat (oder regionales Amt)

### Feld Nr. VIII KONTROLLISTE; EINREICHUNGSSPRACHE

Diese internationale Anmeldung enthält die folgende Anzahl von Blättern: Antrag : 7 Beschreibung (ohne Sequenzprotokollteil) : 9 Ansprüche : 2 Zusammenfassung : 1 Zeichnungen : 3 Sequenzprotokollteil der Beschreibung : - Blattzahl insgesamt : 22	Dieser internationalen Anmeldung liegen die nachstehend angekreuzten Unterlagen bei: 1. <input checked="" type="checkbox"/> Blatt für die Gebührenberechnung 2. <input type="checkbox"/> Gesonderte unterzeichnete Vollmacht 3. <input checked="" type="checkbox"/> Kopie der allgemeinen Vollmacht; Aktenzeichen (falls vorhanden): 38690 4. <input type="checkbox"/> Begründung für das Fehlen einer Unterschrift 5. <input checked="" type="checkbox"/> Prioritätsbeleg(e), in Feld Nr. VI durch folgende Zeilennummer gekennzeichnet 6. <input type="checkbox"/> Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache: 7. <input type="checkbox"/> Gesonderte Angaben zu hinterlegten Mikroorganismen oder anderem biologischen Material 8. <input type="checkbox"/> Protokoll der Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenzen in computerlesbarer Form 9. <input checked="" type="checkbox"/> Sonstige (einzeln auflisten): Zusatzblatt
Abbildung der Zeichnungen, die mit der Zusammenfassung veröffentlicht werden soll (Nr.):	Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht wird: deutsch

### Feld Nr. IX UNTERSCHRIFT DES ANMELDERS ODER DES ANWALTS

Der Name jeder unterzeichnenden Person ist neben der Unterschrift zu wiederholen, und es ist anzugeben, sofern sich dies nicht eindeutig aus dem Antrag ergibt, in welcher Eigenschaft die Person unterzeichnet.

Deutsche Telekom AG

i.A.

Fortsetzung Blatt 5-7

Dr. Frank Wedekind, Referent der Patentabteilung  
EPA-Vollmacht 38690

Vom Anmeldeamt auszufüllen

1. Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung:	05 AUG 1999 (05.08.99)	2. Zeichnungen <input checked="" type="checkbox"/> eingegangen:  <input type="checkbox"/> nicht eingegangen:
3. Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingegangener Unterlagen oder Zeichnungen zur Vervollständigung dieser internationalen Anmeldung:		
4. Datum des fristgerechten Eingangs der angeforderten Richtigstellungen nach Artikel 11(2) PCT:		
5. Internationale Recherchenbehörde (falls zwei oder mehr zuständig sind):	ISA /	6. <input type="checkbox"/> Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchegebühr aufgeschoben

Vom Internationalen Büro auszufüllen

Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Zusatzfeld** Wird dieses Zusatzfeld benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigefügt werden.

1. Wenn der **Platz in einem Feld nicht für alle Angaben ausreicht**: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. ..." [Nummer des Feldes angeben] und machen die Angaben entsprechend der in dem Feld, in dem der Platz nicht ausreicht, vorgeschriebenen Art und Weise, insbesondere:
  - (i) Wenn **mehr als zwei Anmelder und/oder Erfinder vorhanden sind** und kein "Fortsetzungsblatt" zur Verfügung steht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. III" und machen für jede weitere Person die in Feld Nr. III vorgeschriebenen Angaben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.
  - (ii) Wenn in Feld Nr. II oder III die Angabe "**die im Zusatzfeld angegebenen Staaten**" angekreuzt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Anmelders oder die Namen der Anmelder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Anmelder ist.
  - (iii) Wenn der in Feld Nr. II oder III genannte **Erfinder oder Erfinder/Anmelder nicht für alle Bestimmungsstaaten oder für die Vereinigten Staaten von Amerika als Erfinder benannt ist**: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Erfinders oder die Namen der Erfinder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Erfinder ist.
  - (iv) Wenn zusätzlich zu dem Anwalt oder den Anwälten, die in Feld Nr. IV angegeben sind, **weitere Anwälte bestellt sind**: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. IV" und machen für jeden weiteren Anwalt die entsprechenden, in Feld Nr. IV vorgeschriebenen Angaben.
  - (v) Wenn in Feld Nr. V bei einem Staat (oder bei OAPI) die Angabe "**Zusatzpatent**" oder "**Zusatzzertifikat**," oder wenn in Feld Nr. V bei den Vereinigten Staaten von Amerika die Angabe "**Fortsetzung**" oder "**Teilfortsetzung**" hinzugefügt wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. V" und geben den Namen des betreffenden Staats (oder OAPI) an und nach dem Namen jedes solchen Staats (oder OAPI) das Aktenzeichen des Hauptschutzrechts oder der Hauptschutzrechtsanmeldung und das Datum der Erteilung des Hauptschutzrechts oder der Einreichung der Hauptschutzrechtsanmeldung.
  - (vi) Wenn in Feld Nr. VI die **Priorität von mehr als drei früheren Anmeldungen beansprucht wird**: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und machen für jede weitere frühere Anmeldung die entsprechenden, in Feld Nr. VI vorgeschriebenen Angaben.
  - (vii) Wenn in Feld Nr. VI die **frühere Anmeldung eine ARIPO Anmeldung ist**: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und geben, unter Angabe der Nummer der Zeile, in der die die frühere Anmeldung betreffenden Angaben gemacht sind, mindestens einen Staat an, der Mitglied der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung erfolgte.
2. Wenn, im Hinblick auf die **Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen** in Feld Nr. V, der Anmelder Staaten von dieser Erklärung ausnehmen möchte: In diesem Fall schreiben Sie "Bestimmung(en), die von der Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen ausgenommen ist(sind)" und geben den Namen oder den Zweibuchstaben-Code jedes so ausgeschlossenen Staates an.
3. Wenn der Anmelder für irgendein Bestimmungsamt die Vorteile nationaler Vorschriften betreffend **unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit** in Anspruch nimmt: In diesem Fall schreiben Sie "Erklärung betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit" und geben im folgenden die entsprechende Erklärung ab.

Fortsetzung Feld IX Unterschriften der Anmelder (Erfinder)

*W. Dultz*

DULTZ; Wolfgang

*G. Dultz*

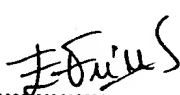
DULTZ; Gisela

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Zusatzfeld** Wird dieses Zusatzfeld nicht benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigelegt werden.

1. Wenn der Platz in einem Feld nicht für alle Angaben ausreicht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. ..." [Nummer des Feldes angeben] und machen die Angaben entsprechend der in dem Feld, in dem der Platz nicht ausreicht, vorgeschriebenen Art und Weise, insbesondere:
  - (i) Wenn mehr als zwei Anmelder und/oder Erfinder vorhanden sind und kein "Fortsetzungsblatt" zur Verfügung steht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. III" und machen für jede weitere Person die in Feld Nr. III vorgeschriebenen Angaben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.
  - (ii) Wenn in Feld Nr. II oder III die Angabe "die im Zusatzfeld angegebenen Staaten" angekreuzt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Anmelders oder die Namen der Anmelder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Anmelder ist.
  - (iii) Wenn der in Feld Nr. II oder III genannte Erfinder oder Erfinder/Anmelder nicht für alle Bestimmungsstaaten oder für die Vereinigten Staaten von Amerika als Erfinder benannt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Erfinders oder die Namen der Erfinder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Erfinder ist.
  - (iv) Wenn zusätzlich zu dem Anwalt oder den Anwälten, die in Feld Nr. IV angegeben sind, weitere Anwälte bestellt sind: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. IV" und machen für jeden weiteren Anwalt die entsprechenden, in Feld Nr. IV vorgeschriebenen Angaben.
  - (v) Wenn in Feld Nr. V bei einem Staat (oder bei OAPI) die Angabe "Zusatzpatent" oder "Zusatzzertifikat," oder wenn in Feld Nr. V bei den Vereinigten Staaten von Amerika die Angabe "Fortsetzung" oder "Teilfortsetzung" hinzugefügt wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. V" und geben den Namen des betreffenden Staats (oder OAPI) an und nach dem Namen jedes solchen Staats (oder OAPI) das Aktenzeichen des Hauptschutzrechts oder der Hauptschutzrechtsanmeldung und das Datum der Erteilung des Hauptschutzrechts oder der Einreichung der Hauptschutzrechtsanmeldung.
  - (vi) Wenn in Feld Nr. VI die Priorität von mehr als drei früheren Anmeldungen beansprucht wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und machen für jede weitere frühere Anmeldung die entsprechenden, in Feld Nr. VI vorgeschriebenen Angaben.
  - (vii) Wenn in Feld Nr. VI die frühere Anmeldung eine ARIPO Anmeldung ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und geben, unter Angabe der Nummer der Zeile, in der die frühere Anmeldung betreffenden Angaben gemacht sind, mindestens einen Staat an, der Mitglied der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung erfolgte.
2. Wenn, im Hinblick auf die Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen in Feld Nr. V, der Anmelder Staaten von dieser Erklärung ausnehmen möchte: In diesem Fall schreiben Sie "Bestimmung(en), die von der Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen ausgenommen ist(sind)" und geben den Namen oder den Zweibuchstaben-Code jedes so ausgeschlossenen Staates an.
3. Wenn der Anmelder für irgendein Bestimmungsamt die Vorteile nationaler Vorschriften betreffend **unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit** in Anspruch nimmt: In diesem Fall schreiben Sie "Erklärung betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit" und geben im folgenden die entsprechende Erklärung ab.

Fortsetzung Feld IX Unterschriften der Anmelder (Erfinder)

  
 .....  
 FRINS; Erna

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**Zusatzfeld** Wird dieses Zusatzfeld benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigelegt werden.

1. Wenn der **Platz in einem Feld nicht für alle Angaben ausreicht**: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. ..." [Nummer des Feldes angeben] und machen die Angaben entsprechend der in dem Feld, in dem der Platz nicht ausreicht, vorgeschriebenen Art und Weise, insbesondere:
  - (i) Wenn **mehr als zwei Anmelder und/oder Erfinder vorhanden sind** und kein "Fortsetzungsblatt" zur Verfügung steht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. III" und machen für jede weitere Person die in Feld Nr. III vorgeschriebenen Angaben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.
  - (ii) Wenn in Feld Nr. II oder III die Angabe "**die im Zusatzfeld angegebenen Staaten**" angekreuzt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Anmelders oder die Namen der Anmelder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Anmelder ist.
  - (iii) Wenn der in Feld Nr. II oder III genannte **Erfinder oder Erfinder/Anmelder nicht für alle Bestimmungsstaaten oder für die Vereinigten Staaten von Amerika als Erfinder benannt ist**: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Erfinders oder die Namen der Erfinder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Erfinder ist.
  - (iv) Wenn zusätzlich zu dem Anwalt oder den Anwälten, die in Feld Nr. IV angegeben sind, **weitere Anwälte bestellt sind**: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. IV" und machen für jeden weiteren Anwalt die entsprechenden, in Feld Nr. IV vorgeschriebenen Angaben.
  - (v) Wenn in Feld Nr. V bei einem Staat (oder bei OAPI) die Angabe "**Zusatzpatent**" oder "**Zusatzzertifikat**", oder wenn in Feld Nr. V bei den Vereinigten Staaten von Amerika die Angabe "**Fortsetzung**" oder "**Teilfortsetzung**" hinzugefügt wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. V" und geben den Namen des betreffenden Staats (oder OAPI) an und nach dem Namen jedes solchen Staats (oder OAPI) das Aktenzeichen des Hauptschutzrechts oder der Hauptschutzrechtsanmeldung und das Datum der Erteilung des Hauptschutzrechts oder der Einreichung der Hauptschutzrechtsanmeldung.
  - (vi) Wenn in Feld Nr. VI die **Priorität von mehr als drei früheren Anmeldungen beansprucht wird**: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und machen für jede weitere frühere Anmeldung die entsprechenden, in Feld Nr. VI vorgeschriebenen Angaben.
  - (vii) Wenn in Feld Nr. VI die **frühere Anmeldung eine ARIPO Anmeldung ist**: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und geben, unter Angabe der Nummer der Zeile, in der die die frühere Anmeldung betreffenden Angaben gemacht sind, mindestens einen Staat an, der Mitglied der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung erfolgte.
2. Wenn, im Hinblick auf die **Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen** in Feld Nr. V, der Anmelder Staaten von dieser Erklärung ausnehmen möchte: In diesem Fall schreiben Sie "Bestimmung(en), die von der Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen ausgenommen ist(sind)" und geben den Namen oder den Zweibuchstaben-Code jedes so ausgeschlossenen Staates an.
3. Wenn der Anmelder für irgendein Bestimmungsamt die Vorteile nationaler Vorschriften betreffend **unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit** in Anspruch nimmt: In diesem Fall schreiben Sie "Erklärung betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit" und geben im folgenden die entsprechende Erklärung ab.

Fortsetzung Feld IX Unterschriften der Anmelder (Erfinder)

.....  
 SCHMITZER; Heidrun

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# Deutsches Patent- und Markenamt

München, den 28. Juni 1999

Telefon: (089) 21 95 - 3206

Aktenzeichen: 198 41 068.9

Anmelder: Deutsche Telekom AG

Deutsches Patent- und Markenamt - 80297 München

Deutsche Telekom AG  
Technologienzentrum  
Patentabteilung EK03

Deutsche Telekom AG  
Technologienzentrum Darmstadt

Eing. 06. JULI 1999

Patentabteilung

E403a

Ihr Zeichen: P98096

Bitte Aktenzeichen und Anmelder bei  
allen Eingaben und Zahlungen angeben

Zutreffendes ist angekreuzt ☒ und/oder aus ausgefüllt

64276 Darmstadt

## Ergebnis einer Druckschriftenermittlung

Auf den Antrag des

wirksam am 9. September 1998 gemäß ☒ § 43 Patentgesetz ☐ § 7 Gebrauchsmustergesetz

sind die auf den beigefügten Anlagen angegebenen öffentlichen Druckschriften ermittelt worden.

Ermittelt wurde in folgenden Patentklassen:

Klasse/Gruppe	Prüfer	Patentabt.
H04B 10/12	Dyma	35
H04B 10/22	"	"

Die Recherche im Deutschen Patent- und Markenamt stützt sich auf die Patentliteratur folgender Länder und Organisationen:

Deutschland (DE,DD), Österreich, Schweiz, Frankreich, Großbritannien, USA, Japan (Abstracts),  
UDSSR (Abstracts), Europäisches Patentamt, WIPO.

Recherchiert wurde außerdem in folgenden Datenbanken:

### Anlagen:

Anlagen 1, 2 und 3 zur Mitteilung der ermittelten Druckschriften

Patentabteilung 11  
Recherchen-Leitstelle

3 Druckschrift(en) bzw. Ablichtung(en)



P 2251  
11/98  
06.95

Annahmestelle und  
Nachbriefkasten  
nur  
Zweibrückenstraße 12

Dienstgebäude  
Zweibrückenstraße 12 (Hauptgebäude)  
Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof)  
Winzererstraße 47a/Saarstraße 5

Hausadresse (für Fracht)  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Zweibrückenstraße 12  
80331 München

Telefon (089) 2195-0  
Telefax (089) 2195-2221

Bank: Landeszentralbank München 700 010 54  
(BLZ 700 000 00)

Internet-Adresse <http://www.patent-und-markenamt.de>



Schnellbahnananschluß im  
Münchner Verkehrs- und  
Tarifverbund (MVV):

Winzererstraße 47a / Saarstraße 5:  
U2 Hohenzollernplatz

Zweibrückenstraße 12 (Hauptgebäude), Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof):  
S1 - S8 Isartor

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

198 41 068.9

Deutsches Patent- und Markenamt • 80297 München**Anlage 1**

zur Mitteilung über die ermittelten Druckschriften  
gemäß § 43 des Patentgesetzes

**Druckschriften:**

DE 38 42 036 A1  
EP 03 93 237 A2

US 53 11 346

**Bitte Anmelder/Inhaber + Aktenzeichen bei allen Eingaben angeben; bei Zahlungen auch Verwendungszweck. Hinweise auf der Rückseite beachten !**

Annahmestelle und  
Nachbriefkasten  
nur  
Zweibrückenstr. 12  
Dienstgebäude  
Zweibrückenstr. 12 (Hauptgebäude)

Heusadresse (für Fracht)  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Zweibrückenstr. 12  
80331 München

Telefon (089) 2195-0  
Telefax (089) 2195-2221  
Internet:  
<http://www.patent-und-markenamt.de>

Bankverbindung  
Landeszentralbank München  
700 010 54 (BLZ 700 000 00)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# Deutsches Patent- und Markenamt

80297 München

Für den Anmelder / Antragsteller

## Anlage 2

zur Mitteilung der ermittelten Druckschriften

Aktenzeichen-Serial No.

198 41 068.9

### Erläuterungen zu den ermittelten Druckschriften:

1	2			3
Kate- gory	Ermittelte Druckschriften/Erläuterungen <i>References</i>			Betrifft Anspruch <i>Claim</i>
Y	EP	03 93 237 A2	insbes. Sp. 3, Zeile 12-21	1,3,6,12
Y	DE	38 42 036 A1	insbes. Sp. 4, Zeile 27-32	1-4,12
A	US	53 11 346	insbes. Sp. 1, Zeile 15-68	1
EL302703402				

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**Hinweise zur Mitteilung (Vordruck P 2251)**

Eine Gewähr für die Vollständigkeit der Ermittlung wird nicht geleistet (§ 43 Abs. 7 Patentgesetz bzw. § 7 Abs. 2 Gebrauchsmustergesetz i.V.m. § 43 Abs. 7 Satz 1 Patentgesetz).

Die angegebene Patentliteratur kann in den Auslegehallen des Deutschen Patent- und Markenamts, 80331 München, Zweibrückenstraße 12, oder 10969 Berlin, Gitschiner Str. 97 eingesehen werden; deutsche Patentschriften, Auslegeschriften und Offenlegungsschriften auch in den Patentinformationszentren. Ein Verzeichnis über diese Patentinformationszentren kann auf Wunsch vom Deutschen Patent- und Markenamt sowie von einigen Privatfirmen bezogen werden.

**Erklärungen zur Anlage 2 (Vordruck P 2253)****Spalte 1: Kategorie**

Es bedeutet:

- X:** Druckschriften, die Neuheit oder Erfindungshöhe allein in Frage stellen
- Y:** Druckschriften, die die Erfindungshöhe zusammen mit anderen Druckschriften in Frage stellen
- A:** Allgemein zum Stand der Technik, technologischer Hintergrund
- O:** Nicht-schriftliche Offenbarung, z.B. ein in einer nachveröffentlichten Druckschrift abgedruckter Vortrag, der vor dem Anmelde- oder Prioritätstag öffentlich gehalten wurde
- P:** Im Prioritätsintervall veröffentlichte Druckschriften
- T:** Nachveröffentlichte, nicht kollidierende Druckschriften, die die Theorie der angemeldeten Erfindung betreffen und für ein besseres Verständnis der angemeldeten Erfindung nützlich sein können bzw. zeigen, daß der angemeldeten Erfindung zugrunde liegende Gedankengänge oder Sachverhalte falsch sein könnten
- E:** Ältere Anmeldungen gemäß § 3 Abs. 2 PatG (bei Recherchen nach § 43 PatG); ältere Patentanmeldungen oder ältere Gebrauchsmuster gemäß § 15 GbmG (bei Recherchen nach § 7 GbmG)
- D:** Druckschriften, die bereits in der Patentanmeldung genannt sind
- L:** Aus besonderen Gründen genannte Druckschriften, z.B. zum Veröffentlichungstag einer Entgeghaltung oder bei Zweifeln an der Priorität.

**Spalte 2: Ermittelte Druckschriften / Erläuterungen**

**Veröff.:** Veröffentlichungstag einer Druckschrift im Prioritätsintervall

**nr:** Nicht recherchiert, da allgemein bekannter Stand der Technik, oder nicht recherchierbar

**=:** Druckschriften, die auf dieselbe Ursprungsanmeldung zurückgehen ("Patentfamilien") oder auf die sich Referate oder Abstracts beziehen.

**"-":** Nichts ermittelt

**Spalte 3: Betroffene Ansprüche**

Hier sind die Ansprüche unter Zuordnung zu den in Spalte 2 genannten relevanten Stellen angegeben.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

REF ID: A67341

3/PRT

09/786826  
JCO2 Rec'd PCT/PTO 09 MAR 2001

[2345/146]

# OPTICAL COMMUNICATIONS LINK

## Technical Field

The present invention is directed to a movable optical communications link having at least one optical fiber, in particular for use in transmitting information or performing interferometric measurements.

## Background of the Invention

Optical fiber links used to transmit information via light have significant advantages, both for long transmission links in telecommunications, as well as for short transmission links inside buildings, vehicles, and machines, not to mention in electronic calculating machines, since they ensure high data transmission density accompanied by low power losses. Due to their thin, flexible, but mechanically very durable construction, incoming optical fiber lines and outgoing optical fiber lines are beneficial, particularly for connecting optical sensors for measuring physical parameters, such as pressure and temperature, etc. In addition, unlike electrical connections, they cannot cause any electrical sparkovers or short circuits. The high transmission capacity of the optical fibers makes it possible to modify or replace the sensors and measuring devices without having to replace the communication links. This can result in considerable cost savings in vehicles, buildings, machines, or production facilities. There is often the need for optical fiber links to be mechanically movable, such as when installed in robots. In buildings and vehicles, as well, one frequently

15500000  
GAL

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

encounters motion among components due to strain or expansion.

Therefore, optical fiber links for transmitting  
5 information are always of great benefit when there is a  
need to transmit high information densities and a  
mechanically flexible connection is required, since the  
distance between the sender and receiver of the  
information varies as a function of time.

10 Here, the problem arises that significant changes in the  
position of the transmitter and/or of the receiver, and,  
in particular, in their relative distance spanned by  
optical communication links constituted as simple cable,  
15 can cause the entire system, such as a remote-controlled  
robot, to be obstructed by the requisite reserved length  
of cable. It can happen that individual components, which  
communicate with one another via an optical  
communications link, become mechanically blocked by loops  
20 of cable. Another problem is that one can end up with a  
"cable salad".

Another problem encountered in response to variations in  
the position and distance of transmitters and/or  
25 receivers has to do with the nature of the optical  
transmission signal:

In communications transmissions of high quality and  
transmission frequency, it is necessary to control the  
30 polarization state of the optical information flow in the  
optical fiber, as well as in the other optical  
components. In the case of coherent transmissions, for  
example, phase-coherent mixing of the optical information  
flow with other light sources must be carried out. This  
35 is only optimal when the polarization states are

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

substantially identical. When working with high bit-rate transmissions, the polarization mode dispersion of the fibers limits the reception quality, and transmission frequency can only be increased by carefully controlling the polarization. In many other optical components as well, the performance is a function of the polarization of the light.

Generally, the polarization state of the light in an optical fiber is not constant. Each glass fiber has a certain elliptical birefringence, so that the polarization of the light continually changes in the fiber. This variation propagates through to the end of the fiber, and, since it is dependent upon the spatial geometry of the fiber curve, the polarization state at the output end of a moving fiber varies with the motion.

In known methods heretofore, this polarization effect is avoided in that the optical communications transmission takes place in one of the intrinsic modes of a polarization-maintaining fiber. These polarization-maintaining fibers are characterized by pronounced birefringence, so that there is virtually no coupling over between the two polarization modes in the fiber. Since a change in the polarization of the light in an optical fiber is a phase shift effect between the intrinsic modes of the light, the polarization mode dispersion does not occur when the light in the fiber propagates through permanently in one intrinsic mode only.

The drawback of this method is that the polarization-maintaining fibers are expensive. Moreover, the light must be launched at the input ends of the polarization-maintaining fiber in a defined polarization

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



state.

#### Technical Object

5 The object of the present invention is, therefore, to  
provide an optical communications link which will  
overcome the described problems. In particular, to ensure  
a high transmission quality, the polarization state of  
the light should not depend substantially on changes in  
10 the form of the communications link and, therefore, on  
changes in the position of the transmitters and  
receivers. In addition, the communications link should be  
easily adaptable to changes in form, in particular to  
variations in length, but, it in this context, always be  
15 characterized by a straightforward arrangement.

#### Detailed Description of the Invention

The objective is achieved by an optical communications  
20 link having at least one optical fiber, in particular for  
communications transmission, where the optical fiber is  
repeatedly bent, fiber sections having a right and left  
curvature being distributed in such a way over the  
communications link that the average torsion of the fiber  
25 over the communications link is approximately zero.

Thus, the optical communications link of the present  
invention is designed in such a way that the sensitivity  
of the polarization state of the optical transmission  
30 signal to changes in the form of the communications link  
and, i.e., of the optical fibers is substantially  
compensated. This is assured by the present invention in  
that the optical fiber is repeatedly bent, fiber sections  
having left-hand and right-hand curvature being  
35 distributed in such a way over the communications link

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

that the average torsion of the fiber over the communications link is more or less zero. Preferably, this also holds for individual subsections of the fiber, so that left and right curvatures are uniformly distributed over the fiber. By preference, the fiber is wound in a helical shape, alternating with a right-hand and left-hand helix. Mixed forms having an even meander shape are also possible.

The basis of this invention is the motion-and form-dependent birefringence of an optical fiber: the linear birefringence is heavily dependent upon the ellipticity of the fiber core, less heavily dependent upon the bend of the fiber, and hardly dependent upon the helical winding, given a large radius of the fiber. In contrast, the circular birefringence is hardly dependent upon the ellipticity of the fiber core and on the curve of the fiber, on the other hand, very heavily dependent upon the helical winding of the fiber. The main reason for the form dependency of the polarization state at the output end of an optical fiber is the considerable dependency of the fiber's optical activity upon the exact form of its helical windings. In the first approximation, this effect is achromatic and does not result in any polarization mode dispersion. It is caused by one of the so-called optical Berry phases, the "spin redirection phase" (R.Y. Chiao, Y.S. Wu, Phys. Rev. Lett. 57, 933 (1986)). This Berry phase (or geometric phase) is a phase effect produced by the structure of the fiber's space curve and not by an optical path, as is the case with the normal dynamic phase of the light. Nevertheless, with respect to interference of the light, geometric phases have the same properties as the normal dynamic phase.

The size of the spin redirection phase in a helically

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

wound fiber is equivalent to the solid angle  $\Omega$  that the  $k$  vector ( $k$  corresponds to the propagation constant  $\beta$  in the technical literature) wraps around on the sphere of the light-propagation orientations in the counter  
5 clockwise-direction when the light in the fiber is directed through a helical winding. The spin redirection phase is additive and changes its operational sign when the helical direction of the fiber changes, e.g., from the left-hand to the right-hand helix.

10 To minimize this form-dependent polarization effect, the fiber must be made up of wound fiber sections having alternating winding directions. As an example, the fiber sections are alternately wound to the right and to the  
15 left, the space angle, which wraps around the  $k$  vector in the left-hand wound sections, being equivalent to the space angle that the  $k$  vector wraps around in the right-hand wound sections. In the simplest case, the fiber alternately follows a right-hand and then a  
20 left-hand helix, each time with an equivalent length and winding; or right-hand and left-hand wound fiber sections of a fixed length alternate with each other.

To reduce the polarization dependency of changes in the  
25 form of the fiber link, the sections having right-hand and left-hand helical winding of the fiber must be distributed over the fiber in such a way that, in response to an altered fiber form, the changes  $d\Omega_i$  in the solid angles  $\Omega_i$  of the  $k$  vectors in the  $i$ -th fiber section  
30 add up to zero, thus to  $\sum d\Omega_i = 0$ .

The variation in the polarization of an optical signal at the output end of a moving optical communications link having one optical fiber is advantageously reduced in  
35 that the optical fiber is repeatedly bent, fiber sections

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

having a right and left curvature being distributed in such a way over the communications link that the average torsion of the fiber over the communications link is approximately zero.

5

In order to minimize the variation in polarization in the case of changes in the form of only one fiber section, the optical fiber is preferably bent in such a way that the torsion of the subsection averaged over subsections of the communications link is approximately zero. In this context, a subsection is a fiber section which is at least sufficiently long to contain right-hand and left-hand fiber segments, e.g., two successive, individual right-hand and left-hand windings, the torsion of the two sections canceling each other.

10  
15

The optical fiber is advantageously coiled with alternating winding direction around an even number of, preferably two, side-by-side carrier elements. In this context, one or a plurality of left-hand windings around one of the carrier elements can follow the corresponding number of right-hand windings around another carrier element.

20

To direct the light in the forward and return directions, another embodiment of the communications link provides for at least two helically wound optical fibers having different winding directions. In this context, both optical fibers can be advantageously wound around the same carrier element, the outer winding of the two windings having a somewhat larger coil pitch, so that, in terms of absolute value, the torsion of the forward and return line is more or less equivalent, but with different operational signs.

25  
30  
35

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Thus, the communications link in accordance with the present invention permits the transmission of information in moving fibers, with a substantially reduced polarization variation at the output end.

5

To minimize the effects of the bending- and stress-induced birefringence of the fiber material on the polarization state of the transmission signal, one should not select too small of a winding radius for the optical  
10 fibers. Preferably, it should amount to at least 2 cm, in particular to at least 3 cm.

In a further advantageous embodiment of the present invention, the optical fiber is joined to an elastic  
15 carrier material, which, in response to mechanical loading, permits a change in the form of the transmission line and, in response to the lack of a mechanical load, retains the optical fiber in its initial curved form.

20 This communications link makes it possible to establish a connection that is compact, yet movable and variable in length, for transferring optical data between a transmitter and a receiver. In this manner, one minimizes any mechanical hindrance to the overall device, including  
25 the transmitter, receiver and communications link. Furthermore, the output signal is substantially insensitive to any changes in the form of the communications link.

30 By preference, the optical fiber is wound in a helical shape, e.g., in the manner of a telephone cable. In response to stress in the longitudinal direction of the helix, i.e., of the meander shape, the communications link can be pulled apart in an accordion-like fashion,  
35 and, in response to cancellation of the stress, again

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

assumes its compact, initial form.

5 In another advantageous further refinement, the optical fiber is wound around at least one elongated carrier element, such as a cylinder. The carrier element is preferably flexible. As an example, the carrier element is a flexible bar.

10 To realize and stabilize its curved form, the fiber is preferably secured to the carrier element in such a way that it is movable in its wound form, but remains stabilized on the carrier element, e.g., in that it is flush mounted on the carrier element or embedded between the carrier element and a cladding material.

15

The following is a brief description of the drawing, whose figures show:

20 Figures 1 through 3 examples of the transmission lines according to the present invention for reducing the influence of form on the polarization of the output signal.

25

30 Figures 1 through 3 illustrate examples of transmission lines according to the present invention which are compact, movable, and flexible. Furthermore, they are designed to minimize the influence of the transmission line's form on the polarization of the output signal. Thus, they are especially suited for linking optical transmitters and receivers, which are movable with respect to one another, for purposes of data communications.

35

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

The top part of Figure 1 shows a detail of such a communications link, which is made up of a cylinder 2, as a carrier material or carrier element, and of an optical fiber 1. Optical fiber 1 is helically wound around cylinder 2, the direction of the helical winding changing, for instance, in the middle of the cylinder at point B. Thus, in the left part of the communications link, the torsion of the optical fiber is negative, in the right part, positive, so that the average torsion is more or less zero.

To change the direction of the helical winding on a cylinder, an arc B must be wound. This arc is secured, together with the remaining right- and left-hand winding, for example, by adhesive or by tying it to the cylinder, since otherwise it would become detached.

To manufacture a long communications link, a plurality of line segments can be joined to one another, as shown in Figure 1. The depicted fiber segment is then a subsection, in which the average torsion is approximately zero.

In the lower part of Figure 1, the  $k$  vector of the light launched into the fiber and the corresponding solid angle  $\Omega$  are shown. If  $r(s)$  denotes the space curve described by the fiber as a function of the arc length  $s$ , then solid angle  $\Omega$  is derived as a measure for the Berry phase from the torsion  $\tau$  of the space curve, as follows ( $s_1$ ,  $s_2$  denote the beginning and end, respectively, of the fiber):

$$\int_{s_1}^{s_2} \tau(s) ds = \Omega \propto \Phi_{\text{Berry}}, \text{ where } k(s_1) = k(s_2)$$

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Two further examples of communications links or of sections thereof, in accordance with the present invention, are shown in Figure 2. In Figure 2A, optical fiber 3 is doubly wound over two cylinders 4, 5. Around cylinder 4, fiber 3 describes a left-hand winding (L), around cylinder 5, a right-hand winding (R). By alternating the two cylinders, a right-hand helical winding and a left-hand helical winding always alternate with one another.

In this context, glass fiber 3 is embedded, similarly to a telephone line, in a material which has dimensional stability, but is highly elastic, so that the incoming line can be pulled apart in accordion-like fashion, but contracts again when the tensional force subsides. In addition, cylinders 4, 5 can themselves be resilient to facilitate a lateral motion of the communications link.

The optical signal can be conducted in the reverse direction through the same glass fiber, however, over a different spectral channel, for example. Since the geometric phase is achromatic, and a right-hand helix (left-hand helix) remains a right-hand helix (left-hand helix) when it is propagated through in the opposite direction, the same compensation effect occurs for the optical forward and reverse line as does for the form-dependent polarization fluctuations.

In place of two cylinder windings as shown in Figure 2A, the fiber can also be routed over more cylinders, i.e., four cylinders 7, 8, 9, 10. This is shown in Figure 2B. In the case of 2B, right-hand and left-hand loops alternate, each characterized by R or L.

It is also fundamentally possible for a plurality of

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



left-hand loops to follow a plurality of right-hand loops in that the fiber is repeatedly wound around a cylinder before it is routed to the next cylinder with an opposite winding direction. It is crucial here that the formula  $\sum d\Omega_i=0$  remain satisfied, and that the torsion of the entire optical fiber be compensated.

The achromaticity of the geometric phase makes it possible to use both white light sources, as well as more or less monochromatic light sources.

In the case that the light is directed in the forward and reverse direction through the same communications link, it is possible to configure two cylinder windings side-by-side, one of these, a right-hand helix, functioning as an incoming line, and the other, a left-hand helix, as a return line. The flexible claddings, which determine the form elasticity of the line, can be configured separately from one another. However, they are advantageously designed as contiguous claddings. This prevents them from separating from another, thereby permitting them to jointly participate in the motion of the line, substantially identically.

In such a case of a single right-hand helix as a forward (reverse) line and of a single left-hand helix as a reverse (forward) line, the two elastic helical windings 11, 12 can also be wound, one over another, on a single cylinder 13, as shown in Figure 3. Since the outer winding has a somewhat larger diameter, its pitch must be somewhat greater than that of the inner winding, in order to satisfy the condition  $\sum d\Omega_i=0$ .

The incoming and outgoing lines described here are used, for example, to freely span the distance between a

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

stationary base station, e.g., the measuring or control unit, and the movable sensor, e.g. a telephone receiver or another sensor; or they are supported by tubes or wires using pull or tension rollers. In this manner, the dependency of the polarization of the transmitted light on the motion of the line is reduced. It is also beneficial to use lines of the described type having alternating helical winding to provide movable connections of various cable links in the telecommunication nodal points with the aid of short glass fiber lines equipped with plug connectors. These freely movable lines then introduce a substantially smaller time-related polarization change into the information flow of the transmission link than do the customary loop-type lines. Moreover, they reduce the "cable salad".

#### Industrial Applicability

The present invention has industrial applicability in all fields in which optical signals are transmitted via optical fiber links. It is advantageously used for systems having transmitters and receivers of optical signals which experience relative positional changes, and where the quality of the transmission signal is often degraded by changes in the form of the transmission link.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference P98096WO.1P	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP99/05664	International filing date ( <i>day/month/year</i> ) 05 August 1999 (05.08.99)	Priority date ( <i>day/month/year</i> ) 09 September 1998 (09.09.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G02B 6/14, 6/16, H04B 10/18		
Applicant DEUTSCHE TELEKOM AG		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 14 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 04 March 2000 (04.03.00)	Date of completion of this report 13 December 2000 (13.12.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP99/05664

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages \_\_\_\_\_, as originally filed,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 pages 1-11, filed with the letter of 30 October 2000 (30.10.2000),  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_, as originally filed,  
 Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 Nos. 1-15, filed with the letter of 30 October 2000 (30.10.2000),  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1-3, as originally filed,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/EP 99/05664

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1 - 15	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1 - 15	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1 - 15	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

#### 1. Claim 1

1.1 The closest prior art is represented by US-A-3 937 559 which describes an optical junction section having an optical fibre, wherein the optical fibre describes a serpentine. However, the fibre lies in one plane.

However, none of the available documents discloses an optical junction section having an optical fibre wherein the optical fibre is wound helically and alternately as a right and left helix, the fibre parts with right and left-hand curvature being distributed over the junction section such that the torsion applied by the latter to the fibre is approximately zero. This arrangement of the optical fibre ensures high transmission quality of the polarization state of the light, irrespective of any variations in the length of the transmission section.

Therefore Claim 1 meets the requirements of PCT Article 33(2) and (3).

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1.2 As is clear from the citations, Claim 1 also meets the industrial applicability requirement pursuant to PCT Article 33(4).

2. Claims 2 to 13

Claims 2 to 13 are dependent on Claim 1 and so likewise meet the PCT novelty and inventive step requirements. They also meet the industrial applicability requirement.

3. Claims 14 and 15

Independent Claim 14 also meets the PCT novelty and inventive step requirements for the same reasons as Claim 1, and so dependent Claim 15 also meets the PCT requirements.

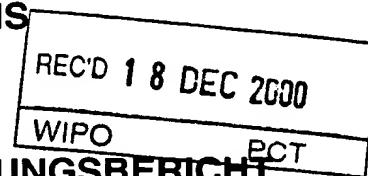
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)





Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P98096WO.1P	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/05664	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 05/08/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 09/09/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G02B6/14		
Anmelder DEUTSCHE TELEKOM AG et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 4 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
  
 Diese Anlagen umfassen insgesamt 14 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  04/03/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  13.12.00
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Lerbinger, K  Tel. Nr. +49 89 2399 2274 

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**I. Grundlage des Berichts**

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

**Beschreibung, Seiten:**

1-11 eingegangen am 30/10/2000 mit Schreiben vom 30/10/2000

**Patentansprüche, Nr.:**

1-15 eingegangen am 30/10/2000 mit Schreiben vom 30/10/2000

**Zeichnungen, Blätter:**

1-3 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen Behörde in der Sprache: , zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, dass das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, dass die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-15
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-15
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-15
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**Punkt V**

**1    Anspruch 1**

- 1.1    Der nächstliegenden Stand der Technik findet sich in der US 3,937,559, die eine optische Verbindungsstrecke mit einer Lichtleitfaser zeigt, bei der die Lichtleitfaser eine Schlangenlinie beschreibt. Die Faser liegt jedoch in einer Ebene.

Keine der vorliegenden Druckschriften offenbart jedoch eine optische Verbindungsstrecke mit einer Lichtleitfaser, bei der die Lichtleitfaser schraubenförmig abwechselnd als Rechts- und Linksschraube gewunden ist, wobei Faserstücke mit Rechts- und Linkskrümung derart über die Verbindungsstrecke verteilt angeordnet sind, daß die über die Verbindungsstrecke gemittelte Torsion der Faser etwa Null ist. Diese Anordnung der Lichtleitfaser gewährleistet eine hohe Übertragungsqualität des Polarisationszustandes des Lichts, unabhängig von etwaigen Veränderungen der Länge der Übertragungsstrecke.

Somit erfüllt der Anspruch 1 sowohl die Erfordernisse des Artikels 33 (2) PCT als auch des Artikels 33 (3) PCT.

- 1.2    Wie aus den zitierten Druckschriften eindeutig erkennbar ist, erfüllt der Anspruch 1 auch das Erfordernis der gewerblichen Anwendbarkeit gemäß Artikel 33(4) PCT.

**2    Ansprüche 2 bis 13**

Die Ansprüche 2 bis 13 sind vom Anspruch 1 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit. Sie erfüllen ebenfalls das Erfordernis der gewerblichen Anwendbarkeit.

**3    Anspruch 14 und 15**

Auch der unabhängige Anspruch 14 erfüllt die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit aus den gleichen Gründen wie Anspruch 1. Somit erfüllt auch der abhängige Anspruch 15 die Erfordernisse des PCT.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Optische Verbindungsstrecke

## Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft eine bewegliche optische Verbindungsstrecke mit  
5 wenigstens einer Lichtleitfaser, insbesondere zur Nachrichtenübertragung  
oder zur interferometrischen Messung.

## Stand der Technik:

Optische Glasfaserstrecken zur Übertragung von Informationen mit Licht  
10 sind sowohl für lange Strecken in der Telekommunikation als auch für kurze  
Strecken innerhalb von Gebäuden und Fahrzeugen und Maschinen, aber auch  
in elektronischen Rechenmaschinen von großem Vorteil, da sie eine hohe  
Datenübertragungsdichte bei geringen Leistungsverlusten gewährleisten.  
Besonders bei der Verbindung von optischen Sensoren zur Messung  
15 physikalischer Parameter wie Druck, Temperatur usw. sind Glasfaser-  
zuleitungen und Glasfaserableitungen günstig, da sie dünn und flexibel sind,  
dabei aber mechanisch sehr dauerhaft. Des weiteren können sie im Gegensatz  
zu elektrisch leitenden Verbindungen keine elektrischen Überschläge und  
Kurzschlüsse verursachen. Die hohe Übertragungskapazität der Glasfaser  
20 erlaubt es, Sensoren und Meßeinrichtungen zu ändern oder aufzurüsten, ohne  
die Verbindungsstrecken auszuwechseln, was in Fahrzeugen, Gebäuden,  
Maschinen oder Produktionseinrichtungen erhebliche Einsparungen ergeben  
kann. Oft müssen die Glasfaserverbindungen mechanisch bewegt werden, z.  
B. in Robotern, aber auch in Gebäuden und Fahrzeugen sind dehnungs-  
25 bedingte Bewegungen zwischen verschiedenen Bauteilen häufig.

Glasfaserstrecken zur Informationsübertragung sind daher immer dann  
besonders vorteilhaft, wenn hohe Informationsdichten übertragen werden  
sollen und die Verbindung mechanisch flexibel sein muß, da Sender und  
30 Empfänger der Information einen zeitabhängig variablen örtlichen Abstand  
voneinander haben.

Hierbei tritt das Problem auf, daß bei großen Positions- und insbesondere  
Abstandsänderungen von Sender und/oder Empfänger in Form einfacher  
35 Kabel vorliegende optische Verbindungsstrecke die Gesamtanordnung, z.B.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

30-10-2000

6708 / 30.10.2000

- 2 -

ein Roboter mit Fernsteuerung, durch die notwendige Längenreserve des Kabels behindert werden kann. So können einzelne Teile, welche über eine optische Verbindungsstrecke miteinander kommunizieren, durch Kabelschlaufen mechanisch blockiert werden. Weiterhin kann es zu  
5 "Kabelsalat" kommen.

Ein weiteres Problem bei Positions- und Abstandsänderungen von Sender und/oder Empfänger ist durch die Natur des optischen Übertragungssignals begründet:

10

Bei Nachrichtenübertragungen hoher Qualität und Übertragungsfrequenz muß der Polarisationszustand des optischen Nachrichtenflusses in der Lichtleitfaser sowie in den übrigen optischen Komponenten kontrolliert werden. Im Fall kohärenter Übertragungen müssen z. B. interferenzfähige  
15 Mischungen des optischen Nachrichtenflusses mit anderen Lichtquellen erfolgen, die nur dann optimal sind, wenn die Polarisationszustände annähernd gleich sind. Bei hochbitratigen Übertragungen limitiert die Polarisationsmodendispersion der Faser die Empfangsqualität, und nur durch eine sorgfältige Kontrolle der Polarisation kann die Übertragungsfrequenz  
20 erhöht werden. Auch in vielen anderen optischen Bauteilen hängt die Leistung von der Polarisation des Lichtes ab.

25

Der Polarisationszustand des Lichtes in einer Glasfaser ist im allgemeinen nicht konstant. Jede Glasfaser hat eine gewisse elliptische Doppelbrechung, so daß sich die Polarisation des Lichtes in der Faser kontinuierlich ändert. Diese  
Änderung pflanzt sich bis zum Ende der Faser fort, und da sie von der Geometrie der Faserkurve im Raum abhängt, ändert sich der Polarisationszustand am Ausgang einer bewegten Faser mit der Bewegung.

30

Dieser Polarisations-effekt wird bisher dadurch vermindert, daß die optische Nachrichtenübertragung in einer der Eigenmoden einer polarisations-erhaltenden Faser erfolgt. Diese polarisationserhaltenden Fasern sind sehr stark doppelbrechend, so daß eine Überkopplung zwischen den beiden Polarisationsmoden in der Faser praktisch nicht erfolgt. Da es sich bei der  
35 Polarisationsänderung des Lichtes in einer Glasfaser um einen Effekt der

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



30-10-2000

5708 / 30.10.2000

- 3 -

Phasenverschiebung zwischen den Eigenmoden des Lichtes handelt, tritt die Polarisationsmodendispersion nicht auf, wenn sich das Licht in der Faser permanent nur in einer Eigenmode fortpflanzt.

5 Der Nachteil dieser Methode ist der, daß die polarisationserhaltenden Fasern teuer sind. Außerdem muß die Einkopplung des Lichtes am Eingang der polarisationserhaltenden Faser in einem definierten Polarisationszustand erfolgen.

10 Technische Aufgabe:

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine optische Verbindungsstrecke zur Verfügung zu stellen, bei welcher die geschilderten Probleme nicht auftreten. Insbesondere soll zur Gewährleistung einer hohen Übertragungsqualität der Polarisationszustand des Lichts nicht wesentlich  
15 von Formänderungen der Verbindungsstrecke und damit von Positionsänderungen von Sender und Empfänger abhängen. Des weiteren soll die Verbindungsstrecke an Formänderungen, insbesondere Längenänderungen leicht anpaßbar, dabei aber stets übersichtlich sein.

20 Offenbarung der Erfindung:

Die Aufgabe wird gelöst durch eine optische Verbindungsstrecke mit wenigstens einer Lichtleitfaser, insbesondere zur Nachrichtübertragung, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser mehrfach gebogen und dabei schraubenförmig abwechselnd als Rechts- und Linksschraube gewunden ist,  
25 wobei Faserstücke mit Rechts- und Linkskrümmung derart über die Verbindungsstrecke verteilt angeordnet sind, daß die über die Verbindungsstrecke gemittelte Torsion der Faser etwa Null ist.

Die erfindungsgemäße optische Verbindungsstrecke ist somit derart gestaltet,  
30 daß die Empfindlichkeit des Polarisationszustands des optischen Übertragungssignals gegenüber Formänderungen der Verbindungsstrecke bzw. der Lichtleitfaser weitgehend kompensiert ist. Dieses ist erfindungsgemäß dadurch gewährleistet, daß die Lichtleitfaser mehrfach gebogen ist, wobei Faserstücke mit Links- und Rechtskrümmung derart über die  
35 Verbindungsstrecke verteilt angeordnet sind, daß die über die Verbindungs-

**THIS PAGE BLANK (USPTO**

30-10-2000

6708 / 30.10.2000

- 4 -

strecke gemittelte Torsion der Faser etwa Null ist. Vorzugsweise gilt dieses auch für einzelne Unterabschnitte der Faser, so daß Links- und Rechtskrümmungen gleichmäßig über die Faser verteilt sind. Vorzugsweise ist die Faser schraubenförmig abwechselnd als Rechts- und Linksschraube  
5 gewunden. Es sind auch Mischformen mit einem ebenen Mäander möglich.

Grundlage dieser Erfindung ist die bewegungs- und formabhängige Doppelbrechung einer optischen Faser: Die lineare Doppelbrechung hängt stark von der Elliptizität des Faserkerns, weniger stark von der Biegung der  
10 Faser und kaum von der Schraubenwindung mit großem Radius der Faser ab. Demgegenüber hängt die zirkulare Doppelbrechung kaum von der Elliptizität des Faserkerns und von der Biegung der Faser ab, dagegen sehr stark von der Schraubenwindung der Faser. Die Hauptursache für die Formabhängigkeit des Polarisationszustandes am Ausgang einer Glasfaser ist die starke  
15 Abhängigkeit der optischen Aktivität der Faser von der genauen Form ihrer Schraubenwindungen. Dieser Effekt ist in erster Näherung achromatisch und verursacht keine Polarisationsmodendispersion. Er wird durch eine der sogenannten optischen Berry-Phasen, die "Spinredirektionsphase" verursacht (R.Y. Chiao, Y.S. Wu, Phys. Rev. Lett. 57, 933 (1986)). Es handelt sich bei  
20 dieser Berry-Phase (oder geometrischen Phase) um einen Phaseneffekt, der durch die Struktur der Raumkurve der Faser verursacht wird und nicht durch einen optischen Weg wie bei der normalen dynamischen Phase des Lichtes. Dennoch haben geometrische Phasen bezüglich der Interferenz des Lichtes dieselben Eigenschaften wie die normale dynamische Phase.

25 Die Größe der Spinredirektionsphase in einer schraubenförmig gewundenen Faser ist gleich dem Raumwinkel  $\Omega$ , den der  $k$ -Vektor ( $k$  entspricht der Ausbreitungskonstanten  $\beta$  in der technischen Literatur) auf der Kugel der Orientierungen der Lichtausbreitung im Gegenuhrzeigersinn umläuft, wenn  
30 das Licht in der Faser durch eine Schraubenwindung geführt wird. Die Spinredirektionsphase ist additiv und ändert ihr Vorzeichen, wenn sich der Schraubensinn der Faser ändert, z. B. von der Links- zur Rechtsschraube.

Zur Reduktion dieses formbedingten Polarisierungseffekts muß die Faser aus  
35 gewundenen Faserstücken mit wechselndem Windungssinn bestehen.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

30-10-2000

5706 / 30.10.2000

- 5 -

Beispielsweise sind die Faserstücke abwechselnd rechts und links gewunden, wobei der Raumwinkel, die der  $k$ -Vektor in den linksgewundenen Stücken umläuft, gleich dem Raumwinkel ist, den der  $k$ -Vektor in den rechtsgewundenen Stücken umläuft. Im einfachsten Fall folgt die Faser abwechselnd gleichlang und gleichgewunden einer Rechts- und dann einer Linksschraube, oder rechts- und linksgewundene Faserstücke einer festen Länge lösen sich abwechselnd ab.

10 Zur Reduktion der Polarisationsabhängigkeit von Formänderungen der Faserstrecke müssen die Abschnitte mit Rechts- und Linksschraubenwindung der Faser so auf der Faser verteilt werden, daß sich bei der Formänderung der Faser die Änderungen  $d\Omega_i$  der Raumwinkel  $\Omega_i$  der  $k$ -Vektoren im  $i$ -ten Faserstück zu Null addieren, also  $\sum d\Omega_i = 0$ .

15 Die Polarisationsvariation eines optischen Signals am Ausgang einer bewegten optischen Verbindungsstrecke mit einer Lichtleitfaser wird vorteilhaft reduziert, indem die Lichtleitfaser mehrfach gebogen wird, wobei Faserstücke mit Rechts- und Linkskrümmung derart über die Verbindungsstrecke verteilt werden, daß die über die Verbindungsstrecke  
20 gemittelte Torsion der Faser etwa Null ist.

Um die Polarisationsvariation auch bei Formänderungen nur eines Faserteils zur reduzieren, wird die Lichtleitfaser vorzugsweise derart gebogen, daß die über Unterabschnitte der Verbindungsstrecke gemittelte Torsion des  
25 Unterabschnitts etwa Null ist. Ein Unterabschnitt ist dabei ein Faserabschnitt, der wenigstens so lang ist, daß er rechts- und linksgewundene Faserstücke enthält, deren Torsion sich jeweils ausgleicht, z.B. zwei aufeinanderfolgende einzelne Rechts- bzw. Linkswindungen.

30 Vorteilhaft ist die Lichtleitfaser mit wechselndem Windungssinn um eine gerade Anzahl, vorzugsweise zwei, nebeneinander liegender Trägerelemente gewandelt. Dabei kann einer oder mehreren Linkswindungen um eines der Trägerelemente die entsprechende Anzahl von Rechtswindungen um ein anderes Trägerelement folgen.

35

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

30-10-2000

6708 / 30.10.2000

- 6 -

Eine andere Weiterbildung der Verbindungsstrecke ist dadurch gekennzeichnet, daß sie wenigstens zwei zur Hin- und Rückleitung des Lichts geeignete, schraubenförmig gewendelte Lichtleitfasern (1, 3, 6) mit unterschiedlichem Windungssinn aufweist, welche zur Hin- und Rückleitung  
5 des Lichtes dienen.

Diese Weiterbildung der Verbindungsstrecke sieht vor, daß sie zur Hin- und Rückleitung des Lichtes wenigstens zwei schraubenförmig gewendelte Lichtleitfasern mit unterschiedlichem Windungssinn aufweist. Dabei können  
10 vorteilhaft beide Lichtleitfasern um dasselbe Trägerelement gewunden sein, wobei und die äußere der beiden Windungen einen etwas größeren Windungsabstand aufweist, so daß Hin- und Rückleitung etwa gleiche betragsmäßige Torsion mit unterschiedlichem Vorzeichen haben.

15 Damit erlaubt die erfindungsgemäße Verbindungsstrecke Nachrichtenübertragung in bewegten Fasern mit weitgehend reduzierter Polarisationsvariation am Ausgang.

Um die Effekte der biegungs- und spannungsinduzierten Doppelbrechung des Fasermaterials auf den Polarisationszustand des Übertragungssignals zu  
20 vermindern, ist der Windungsradius der Lichtleitfaser nicht zu klein zu wählen. Er beträgt vorzugsweise wenigstens 2 cm, besonders bevorzugt wenigstens 3 cm.

25 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Lichtleitfaser mit einem elastischen Trägematerial verbunden ist, welches bei mechanischer Belastung eine Formveränderung der Verbindungsleitung ermöglicht und bei Nichtbelastung die Lichtleitfaser in ihrer gebogenen Ausgangsform hält.

30 Mit dieser Verbindungsstrecke läßt sich eine kompakte, aber bewegliche und längenveränderliche Verbindung zum optischen Datentransfer zwischen einem Sender und einem Empfänger herstellen. Dadurch wird eine mechanische Behinderung der Gesamtvorrichtung, welche Sender, Empfänger und Verbindungsstrecke umfaßt, vermindert. Des weiteren ist das

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



30-10-2000

5708 / 30.10.2000

- 7 -

Ausgangssignal weitgehend unempfindlich gegenüber Formänderungen der Verbindungsstrecke.

5 Vorzugsweise ist die Lichtleitfaser schraubenförmig gewendelt, z.B. nach Art eines Telefonkabels. Bei Belastung in Längsrichtung der Schraube bzw. des Mäanders kann die Verbindungsstrecke zieharmonikaartig auseinandergezogen werden und nimmt bei Wegfall der Belastung wieder ihre kompakte Ausgangsform ein.

10 In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Lichtleitfaser um wenigstens ein längliches Trägerelement gewunden, z.B. einen Zylinder. Vorzugsweise ist das Trägerelement flexibel. Das Trägerelement ist beispielsweise ein flexibler Stab.

15 Zur Realisierung und Stabilisierung ihrer gebogenen Form ist die Faser vorzugsweise am Trägerelement so befestigt, daß sie in ihrer gewundenen Form beweglich ist, aber auf dem Trägerelement stabilisiert bleibt, z.B. indem sie in das Trägerelement eingelassen oder zwischen Trägerelement und einem Hüllmaterial eingebettet ist.

20

Kurzbeschreibung der Zeichnung, in der zeigen:

Figuren 1 bis 3 Beispiele für erfindungsgemäße Verbindungsleitungen zur Reduktion des Formeinflusses auf die Polarisierung des Ausgangssignals.

25

Die Figuren 1 bis 3 zeigen Beispiele für erfindungsgemäße Verbindungsleitungen, welche kompakt, beweglich und flexibel sind. Des weiteren sind sie derart gestaltet, daß der Einfluß der Form der Verbindungsleitung auf die Polarisierung des Ausgangssignals reduziert ist. Sie sind also besonders  
30 geeignet, relativ zueinander ortsveränderliche optische Sender und Empfänger zum Zwecke der Datenkommunikation miteinander zu verbinden.

Im oberen Teil der Figur 1 ist ein Ausschnitt aus einer solchen Verbindungsstrecke dargestellt, welche aus einem Zylinder 2 als  
35 Trägermaterial bzw. Trägerelement und einer Lichtleitfaser 1 besteht. Die

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

30-10-2000

5705 / 30.10.2000

- 8 -

Lichtleitfaser 1 ist schraubenförmig um den Zylinder 2 gewickelt, wobei der Sinn der Wendelung etwa in der Zylindermitte am Punkt B wechselt. Damit ist die Torsion der Lichtleitfaser im linken Teil der Verbindungsstrecke negativ, im rechten positiv, so daß die gemittelte Torsion etwa Null ist.

5

Um den Sinn der Wendelung auf einem Zylinder zu wechseln, muß ein Bogen B gewickelt werden. Dieser Bogen wird beispielsweise zusammen mit der übrigen Rechts-Links-Wicklung durch Klebstoff oder Schürung auf dem Zylinder befestigt, da er sich sonst löst.

10

Zur Herstellung einer längeren Verbindungsstrecke können sich mehrere derartige Leitungsstücke gemäß Fig. 1 aneinander anschließen. Das dargestellte Faserstück ist dann ein Unterabschnitt, in dem die gemittelte Torsion etwa Null ist.

15

Im unteren Teil der Figur 1 ist schematisch der  $k$ -Vektor des in die Faser eingekoppelten Lichts und der dazugehörige Raumwinkel  $\Omega$  dargestellt. Bezeichnet  $r(s)$  die von der Faser beschriebene Raumkurve als Funktion der Bogenlänge  $s$ , so ergibt sich der Raumwinkel  $\Omega$  als Maß für die Berry-Phase aus der Torsion  $\tau$  der Raumkurve wie folgt ( $s_1, s_2$  bezeichnen den Anfang bzw. das Ende der Faser):

20

$$\int_{s_1}^{s_2} \tau(s) ds = \Omega \propto \Phi_{\text{Berry}}, \text{ wobei } k(s_1) = k(s_2)$$

25

In Figur 2 sind zwei weitere Beispiele für erfindungsgemäße Verbindungsstrecken bzw. Ausschnitte daraus gezeigt. In Figur 2A ist die Lichtleitfaser 3 doppelt über zwei Zylinder 4, 5 gewickelt. Um den Zylinder 4 beschreibt die Faser 3 eine Linkswindung (L), um den Zylinder 5 eine Rechtswindung (R). Durch das Abwechseln beider Zylinder wechselt stets eine Rechtsschraubenwindung und eine Linksschraubenwindung ab.

30

Die Glasfaser 3 ist dabei wie eine Telephonzuleitung in ein Material eingebettet, das formbeständig aber hochelastisch ist, so daß die Zuleitung

35

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

30-10-2000

5708 / 30.10.2000

- 9 -

ziehharmonikaartig auseinandergezogen werden kann und sich wieder zusammenzieht, wenn die Spannungskraft nachläßt. Des weiteren können die Zylinder 4, 5 selbst elastisch sein, um eine laterale Bewegung der Verbindungsstrecke zu ermöglichen.

5

Die Rückleitung des optischen Signals kann durch die gleiche Glasfaser erfolgen, aber z. B. auf einem anderen spektralen Kanal. Da die geometrische Phase achromatisch ist und eine Rechtsschraube (Linksschraube) eine Rechtsschraube (Linksschraube) bleibt, wenn sie in umgekehrter Richtung durchlaufen wird, tritt für die optische Hin- und Rückleitung derselbe Kompensationseffekt für die formabhängigen Polarisationschwankungen auf.

10

An Stelle von zwei Zylinderwicklungen wie in Fig. 2A, kann die Faser auch über mehr Zylinder, z. B. vier Zylinder 7, 8, 9, 10 geführt werden. Dies ist in Fig. 2B gezeigt. In dem Fall 2B wechseln sich ebenfalls Rechts- und Linksschleifen ab, jeweils gekennzeichnet durch R bzw. L.

15

Es ist grundsätzlich auch möglich, mehrere Linksschleifen auf mehrere Rechtsschleifen folgen zu lassen, indem die Faser mehrfach um einen Zylinder gewickelt wird, ehe sie auf den nächsten Zylinder mit entgegengesetztem Windungssinn geführt wird. Wichtig ist, daß die Formel  $\sum d\Omega_i = 0$  erfüllt bleibt und die Torsion der gesamten Lichtleitfaser ausgeglichen ist.

20

Die Achromasie der geometrischen Phase erlaubt es, sowohl Weißlichtquellen als auch mehr oder weniger monochromatische Lichtquellen zu verwenden.

25

Für den Fall einer Hin- und Rückführung des Lichtes durch die gleiche Verbindungsstrecke besteht die Möglichkeit, zwei Zylinderwicklungen nebeneinander anzubringen, von denen die eine, eine Rechtsschraube, als Zuleitung dient und die andere, eine Linksschraube, als Rückleitung. Die elastischen Umhüllungen, die die Formelastizität der Leitung bestimmen, können voneinander getrennt sein, es ist jedoch vorteilhaft, sie zusammenhängend zu gestalten, so daß sie sich nicht voneinander trennen können und die Bewegung der Leitung gemeinsam gleichartig mitmachen.

30

35

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

30-10-2000

5708 / 30.10.2000

- 10 -

In diesem Fall einer einzigen Rechtsschraube als Hin(Rück)-Leitung und einer einzigen Linksschraube als Rück(Hin)-Leitung können die beiden elastischen Wendelungen 11, 12 auch auf einen einzigen Zylinder 13 übereinander gewickelt werden, wie in Figur 3 dargestellt. Da die äußere  
5 Wicklung einen etwas größeren Durchmesser hat, muß ihre Steigung etwas größer als die der inneren Wicklung gewählt werden, um die Bedingung  $\sum d\Omega_i = 0$  zu erfüllen.

Die hier beschriebenen Zu- und Ableitungen werden beispielsweise zwischen  
10 einer ortsfesten Basisstation, z. B. dem Meß- oder Steuergerät und dem beweglichen Sensor, z. B. einem Telephonhörer oder einem anderen Sensor frei gespannt oder durch Rohre oder Drähte mit Zug- und Spannrollen gestützt. Dadurch wird die Abhängigkeit der Polarisation des übertragenden Lichtes von der Bewegung der Leitung reduziert. Eine Anwendung von  
15 abwechselnd gewendelten Leitungen der beschriebenen Art ist auch zur beweglichen Verbindung von verschiedenen Kabelstrecken in den Knotenpunkten der Telekommunikation mit Hilfe von kurzen, mit Steckern ausgerüsteten Glasfaserleitungen günstig. Diese frei beweglichen Verbindungen führen dann eine wesentlich geringere zeitliche  
20 Polarisationsänderung in den Nachrichtenfluß der Übertragungsstrecke ein, als die gewöhnlichen Schleifenverbindungen. Außerdem reduzieren sie den "Kabelsalat".

#### Gewerbliche Anwendbarkeit:

25 Die Erfindung läßt sich in allen Bereichen, in denen optische Signale über Lichtleitfaserstrecken übertragen werden, gewerblich anwenden. Vorteilhaft ist sie einsetzbar bei Anordnungen mit relativ zueinander positionsveränderlichem Sendern bzw. Empfänger eines optischen Signals, bei denen die Qualität des Übertragungssignals häufig durch Formänderungen der  
30 Übertragungsstrecke beeinträchtigt wird.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



30-10-2000

5708 / 30.10 2000

- 11 -

Liste der Bezugszeichen:

1, 3, 6	Lichtleitfasern
2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13	Zylinder
5 11, 12	Wendungen

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

30-10-2000

8708 / 30.10.2000

- 12 -

Patentansprüche

1. Optische Verbindungsstrecke mit wenigstens einer mehrfach gebogenen Lichtleitfaser, insbesondere zur Nachrichtenübertragung, dadurch gekennzeichnet,  
5 daß die Lichtleitfaser (1, 3, 6) schraubenförmig abwechselnd als Rechts- und Linksschraube gewunden ist, wobei Faserstücke mit Rechts- und Linkskrümung derart über die Verbindungsstrecke verteilt angeordnet sind, daß die über die Verbindungsstrecke gemittelte Torsion der Faser (1, 3,  
10 6) etwa Null ist.
2. Optische Verbindungsstrecke nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser (1, 3, 6) derart gebogen ist, daß die über Unterabschnitte der Verbindungsstrecke gemittelte Torsion des  
15 Unterabschnitts etwa Null ist.
3. Optische Verbindungsstrecke nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine oder mehrere Rechtswindungen auf eine oder mehrere Linkswindungen folgen und sich abwechseln, wobei die Länge  
20 des Faserstücks mit Rechtsschraubenwendelung der Länge des Faserstücks mit Linksschraubenwendelung entspricht.
4. Optische Verbindungsstrecke nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser (1, 3, 6) mit einem elastischen  
25 Trägermaterial verbunden ist, welches bei mechanischer Belastung eine Formveränderung der Verbindungsleitung ermöglicht und bei Nichtbelastung die Lichtleitfaser (1, 3, 6) in ihrer gebogenen Ausgangsform hält.
5. Optische Verbindungsstrecke nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
30 dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser (1, 3, 6) um wenigstens ein längliches Trägerelement, vorzugsweise einen Zylinder (2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13), gewunden ist.
6. Optische Verbindungsstrecke nach Anspruch 5,  
35 dadurch gekennzeichnet, daß das Trägerelement flexibel ist.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

7. Optische Verbindungsstrecke nach einem der Ansprüche 5 oder 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Faser am Trägerelement befestigt derart  
befestigt ist, daß sie in ihrer gewundenen Form beweglich, aber auf dem  
5 Trägerelement stabilisiert bleibt.
8. Optische Verbindungsstrecke nach Anspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Faser in das Trägerelement eingelassen oder  
zwischen Trägerelement und einem Hüllmaterial eingebettet ist.
- 10 9. Optische Verbindungsstrecke nach einem der Ansprüche 5 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser (1, 3, 6) mit wechselndem  
Windungssinn um eine gerade Anzahl, vorzugsweise zwei, nebeneinander  
liegender Trägerelemente gewandelt ist.
- 15 10. Optische Verbindungsstrecke nach einem der Ansprüche 5 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß einer oder mehreren Linkswindungen um eines  
der Trägerelemente die entsprechende Anzahl von Rechtswindungen um ein  
anderes Trägerelement folgt.
- 20 11. Optische Verbindungsstrecke nach einem der vorangegangenen  
Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß sie wenigstens zwei zur Hin- und Rückleitung  
des Lichts geeignete, schraubenförmig gewendelte Lichtleitfasern (1, 3, 6) mit  
25 unterschiedlichem Windungssinn aufweist, welche zur Hin- und Rückleitung  
des Lichtes dienen.
12. Optische Verbindungsstrecke nach Anspruch 12,  
dadurch gekennzeichnet, daß beide Lichtleitfasern (1, 3, 6) um dasselbe  
30 Trägerelement gewunden sind, wobei die äußere der beiden Windungen einen  
etwas größeren Windungsabstand aufweist, so daß Hin- und Rückleitung etwa  
gleiche Torsion mit unterschiedlichem Vorzeichen haben.
13. Optische Verbindungsstrecke nach einem der vorangegangenen  
35 Ansprüche,

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- 14 -

dadurch gekennzeichnet, daß der Windungsradius der Lichtleitfaser (1, 3, 6) größer als 2 cm, vorzugsweise größer als 3 cm ist.

- 5 14. Optische Verbindungsstrecke mit wenigstens einer mehrfach gebogenen Lichtleitfaser, insbesondere zur Nachrichtenübertragung, dadurch gekennzeichnet,  
daß die optische Verbindungsstrecke zwei schraubenförmig gewundene Lichtleitfasern mit unterschiedlichem Windungssinn aufweist, wobei eine Lichtleitfaser als Zuleitung dient und eine Rechtsschraube ist und die andere  
10 Lichtleitfaser als Rückleitung dient und eine Linksschraube ist und die über die Verbindungsstrecke gemittelte Torsion der Lichtleitfasern etwa Null ist.

- 15 15. Optische Verbindungsstrecke nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet,  
daß beide Lichtleitfasern auf einen einzigen Zylinder (13) übereinander gewickelt sind.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT  
International Application no. PCT/EP99/05664

---

**I. Basis of the report**

---

1. This report has been drawn on the basis of  
(Substitute sheets which have been furnished to the  
receiving Office in response to an invitation under  
Article 14 are referred to in this report as "originally  
filed" and are not annexed to the report since they do  
not contain amendments):

Specification, pages:

1-11 filed on 10/30/2000 with letter of  
10/30/2000

Patent Claims, no.:

1-15 filed on 10/30/2000 with letter of  
10/30/2000

Drawing sheets:

1-3 original version

EL302703416

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

V. Substantiated determination pursuant to Article 35(2)  
with respect industrial applicability; citations and  
explanations supporting such statement

---

1. STATEMENT

Novelty (N)	Claims	1-15	YES
	Claims		NO
Inventive Step (IS)	Claims	1-15	YES
	Claims		NO
Industrial Applicability (IA)	Claims	1-15	YES
	Claims		No

---

2. CITATIONS AND EXPLANATIONS  
**see enclosure**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

PROVISIONAL INTERNATIONAL EXAMINATION REPORT -  
SUPPLEMENTARY SHEET

International Reference Number PCT/EP/99/05664

Point V

1 Claim 1

1. The most proximate related art is found in U.S. Patent 3,937,559 which discloses an optical communications link having an optical fiber where the optical fiber describes a snake-like line. However, the fiber is disposed in a plane.

However, none of the existing documents discloses an optical communications link having an optical fiber where the optical fiber is wound in a helical shape, alternating as a right-hand and left-hand helix, the fiber segments having right-hand and left-hand curvature being distributed over the communications link in such a way that the average torsion of the fiber over the communications link is approximately zero. This optical-fiber arrangement ensures a high transmission quality of the polarization state of the light, independently of any variations in the length of the transmission link.

Thus, Claim 1 fulfills both the requirements of Article 33(2) PCT as well as of Article 33(3) PCT.

- 1.2 As one can clearly discern from the cited documents, Claim 1 also satisfies the requirement of industrial applicability pursuant to Article 33(4) PCT.

2 Claims 2 through 13

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Claims 2 through 13 are dependent upon Claim 1 and, thus, likewise satisfy the requirements of the PCT with respect to novelty and inventive activity. They likewise fulfill the requirements of industrial applicability.

3     Claims 14 and 15

Independent Claim 14 also satisfies the requirements of the PCT with respect to novelty and inventive activity for the same reasons as Claim 1. Thus, the dependent Claim 15 also satisfies the requirements of the PCT.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : <b>G02B 6/14, 6/16, H04B 10/18</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/14579</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 16. März 2000 (16.03.00)</p>		
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/05664</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 5. August 1999 (05.08.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 41 068.9      9. September 1998 (09.09.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DEUTSCHE TELEKOM AG [DE/DE]; Friedrich-Ebert-Allee 140, D-53113 Bonn (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DULTZ, Wolfgang [DE/DE]; Marienberger Strasse 37, D-65936 Frankfurt/M. (DE). DULTZ, Gisela [DE/DE]; Marienbergerstrasse 37, D-65936 Frankfurt/M. (DE). FRINS, Erna [UY/UY]; Garibaldi 2859 Ap. 403, 11600 Montevideo (UY). SCHMITZER, Heidrun [DE/DE]; König-Philipp-Weg 25, D-93051 Regensburg (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: DEUTSCHE TELEKOM AG; Technologiezentrum, Patentabteilung EK03, D-64307 Darmstadt (DE).</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> </td> </tr> </table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/05664</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 5. August 1999 (05.08.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 41 068.9      9. September 1998 (09.09.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DEUTSCHE TELEKOM AG [DE/DE]; Friedrich-Ebert-Allee 140, D-53113 Bonn (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DULTZ, Wolfgang [DE/DE]; Marienberger Strasse 37, D-65936 Frankfurt/M. (DE). DULTZ, Gisela [DE/DE]; Marienbergerstrasse 37, D-65936 Frankfurt/M. (DE). FRINS, Erna [UY/UY]; Garibaldi 2859 Ap. 403, 11600 Montevideo (UY). SCHMITZER, Heidrun [DE/DE]; König-Philipp-Weg 25, D-93051 Regensburg (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: DEUTSCHE TELEKOM AG; Technologiezentrum, Patentabteilung EK03, D-64307 Darmstadt (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/05664</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 5. August 1999 (05.08.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 41 068.9      9. September 1998 (09.09.98)      DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DEUTSCHE TELEKOM AG [DE/DE]; Friedrich-Ebert-Allee 140, D-53113 Bonn (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DULTZ, Wolfgang [DE/DE]; Marienberger Strasse 37, D-65936 Frankfurt/M. (DE). DULTZ, Gisela [DE/DE]; Marienbergerstrasse 37, D-65936 Frankfurt/M. (DE). FRINS, Erna [UY/UY]; Garibaldi 2859 Ap. 403, 11600 Montevideo (UY). SCHMITZER, Heidrun [DE/DE]; König-Philipp-Weg 25, D-93051 Regensburg (DE).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: DEUTSCHE TELEKOM AG; Technologiezentrum, Patentabteilung EK03, D-64307 Darmstadt (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p><b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>			

(54) Title: OPTICAL JUNCTION SECTION

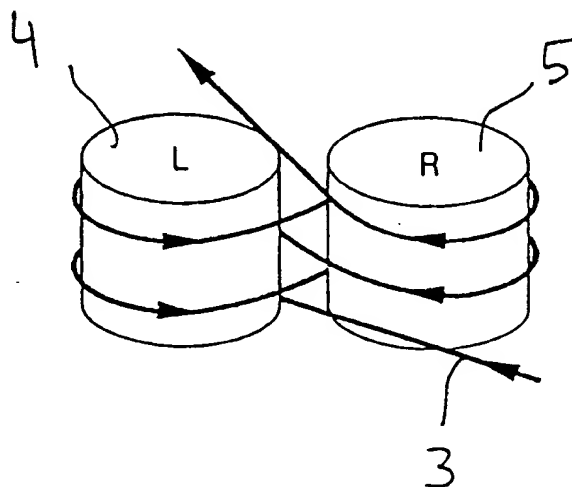
(54) Bezeichnung: OPTISCHE VERBINDUNGSSTRECKE

(57) Abstract

The present invention relates to an optical junction section comprising at least one optical fibre and used mainly for transmitting information. The optical fibre is bent several times, while portions of the fibre bent on the right (R) and on the left (L) are arranged about the whole junction section so that the twisting applied at the fibers (B) on said junction section is approximately equal to zero. This junction section is compact, flexible and has a length that can be modulated. This section essentially reduces the sensitivity of the optical-signal polarisation state relative to the shape variation of said junction section.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine optische Verbindungsstrecke mit wenigstens einer Lichtleitfaser, insbesondere zur Nachrichtenübertragung, bei welcher die Lichtleitfaser mehrfach gebogen ist, wobei Faserstücke mit Rechts- (R) und Linkskrümmung (L) derart über die Verbindungsstrecke verteilt angeordnet sind, daß die über die Verbindungsstrecke gemittelte Torsion der Faser (3) etwa Null ist. Die erfindungsgemäße Verbindungsstrecke ist kompakt und flexibel, insbesondere längenveränderlich. Des weiteren dient sie zur Reduktion der Empfindlichkeit des Polarisationszustands des optischen Signals gegenüber Formänderungen der Verbindungsstrecke.



A

# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Optische Verbindungsstrecke

## Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft eine bewegliche optische Verbindungsstrecke mit  
5 wenigstens einer Lichtleitfaser, insbesondere zur Nachrichtenübertragung  
oder zur interferometrischen Messung.

## Stand der Technik:

Optische Glasfaserstrecken zur Übertragung von Informationen mit Licht sind  
10 sowohl für lange Strecken in der Telekommunikation als auch für kurze  
Strecken innerhalb von Gebäuden und Fahrzeugen und Maschinen, aber auch  
in elektronischen Rechenmaschinen von großem Vorteil, da sie eine hohe  
Datenübertragungsdichte bei geringen Leistungsverlusten gewährleisten.  
Besonders bei der Verbindung von optischen Sensoren zur Messung  
15 physikalischer Parameter wie Druck, Temperatur usw. sind  
Glasfaserzuleitungen und Glasfaserableitungen günstig, da sie dünn und  
flexibel sind, dabei aber mechanisch sehr dauerhaft. Des weiteren können sie  
im Gegensatz zu elektrisch leitenden Verbindungen keine elektrischen  
Überschläge und Kurzschlüsse verursachen. Die hohe Übertragungskapazität  
20 der Glasfaser erlaubt es, Sensoren und Meßeinrichtungen zu ändern oder  
aufzurüsten, ohne die Verbindungsstrecken auszuwechseln, was in  
Fahrzeugen, Gebäuden, Maschinen oder Produktionseinrichtungen erhebliche  
Einsparungen ergeben kann. Oft müssen die Glasfaserverbindungen  
mechanisch bewegt werden, z. B. in Robotern, aber auch in Gebäuden und  
25 Fahrzeugen sind dehnungsbedingte Bewegungen zwischen verschiedenen  
Bauteilen häufig.

Glasfaserstrecken zur Informationsübertragung sind daher immer dann  
besonders vorteilhaft, wenn hohe Informationsdichten übertragen werden  
30 sollen und die Verbindung mechanisch flexibel sein muß, da Sender und  
Empfänger der Information einen zeitabhängig variablen örtlichen Abstand  
voneinander haben.

Hierbei tritt das Problem auf, daß bei großen Positions- und insbesondere  
35 Abstandsänderungen von Sender und/oder Empfänger in Form einfacher  
Kabel vorliegende optische Verbindungsstrecke die Gesamtanordnung, z.B.  
ein Roboter mit Fernsteuerung, durch die notwendige Längenreserve des  
Kabels behindert werden kann. So können einzelne Teile, welche über eine

optische Verbindungsstrecke miteinander kommunizieren, durch Kabelschlaufen mechanisch blockiert werden. Weiterhin kann es zu "Kabelsalat" kommen.

- 5 Ein weiteres Problem bei Positions- und Abstandsänderungen von Sender und/oder Empfänger ist durch die Natur des optischen Übertragungssignals begründet:

- 10 Bei Nachrichtenübertragungen hoher Qualität und Übertragungsfrequenz muß der Polarisationszustand des optischen Nachrichtenflusses in der Lichtleitfaser sowie in den übrigen optischen Komponenten kontrolliert werden. Im Fall kohärenter Übertragungen müssen z. B. interferenzfähige Mischungen des optischen Nachrichtenflusses mit anderen Lichtquellen erfolgen, die nur dann optimal sind, wenn die Polarisationszustände  
15 annähernd gleich sind. Bei hochbitratigen Übertragungen limitiert die Polarisationsmodendispersion der Faser die Empfangsqualität, und nur durch eine sorgfältige Kontrolle der Polarisation kann die Übertragungsfrequenz erhöht werden. Auch in vielen anderen optischen Bauteilen hängt die Leistung von der Polarisation des Lichtes ab.  
20

- Der Polarisationszustand des Lichtes in einer Glasfaser ist im allgemeinen nicht konstant. Jede Glasfaser hat eine gewisse elliptische Doppelbrechung, so daß sich die Polarisation des Lichtes in der Faser kontinuierlich ändert. Diese Änderung pflanzt sich bis zum Ende der Faser fort, und da sie von der  
25 Geometrie der Faserkurve im Raum abhängt, ändert sich der Polarisationszustand am Ausgang einer bewegten Faser mit der Bewegung.

- Dieser Polarisationsseffekt wird bisher dadurch vermindert, daß die optische Nachrichtenübertragung in einer der Eigenmoden einer  
30 polarisationserhaltenden Faser erfolgt. Diese polarisationserhaltenden Fasern sind sehr stark doppelbrechend, so daß eine Überkopplung zwischen den beiden Polarisationsmoden in der Faser praktisch nicht erfolgt. Da es sich bei der Polarisationsänderung des Lichtes in einer Glasfaser um einen Effekt der Phasenverschiebung zwischen den Eigenmoden des Lichtes handelt, tritt die  
35 Polarisationsmodendispersion nicht auf, wenn sich das Licht in der Faser permanent nur in einer Eigenmode fortpflanzt.

Der Nachteil dieser Methode ist der, daß die polarisationserhaltenden Fasern teuer sind. Außerdem muß die Einkopplung des Lichtes am Eingang der polarisationserhaltenden Faser in einem definierten Polarisationszustand erfolgen.

5

Technische Aufgabe:

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine optische Verbindungsstrecke zur Verfügung zu stellen, bei welcher die geschilderten Probleme nicht auftreten. Insbesondere soll zur Gewährleistung einer hohen Übertragungsqualität der Polarisationszustand des Lichts nicht wesentlich von Formänderungen der Verbindungsstrecke und damit von Positionsänderungen von Sender und Empfänger abhängen. Des weiteren soll die Verbindungsstrecke an Formänderungen, insbesondere Längenänderungen leicht anpaßbar, dabei aber stets übersichtlich sein.

15

Offenbarung der Erfindung:

Die Aufgabe wird gelöst durch eine optische Verbindungsstrecke mit wenigstens einer Lichtleitfaser, insbesondere zur Nachrichtenübertragung, bei welcher die Lichtleitfaser mehrfach gebogen ist, wobei Faserstücke mit Rechts- und Linkskrümmung derart über die Verbindungsstrecke verteilt angeordnet sind, daß die über die Verbindungsstrecke gemittelte Torsion der Faser etwa Null ist.

20

Die erfindungsgemäße optische Verbindungsstrecke ist somit derart gestaltet, daß die Empfindlichkeit des Polarisationszustands des optischen Übertragungssignals gegenüber Formänderungen der Verbindungsstrecke bzw. der Lichtleitfaser weitgehend kompensiert ist. Dieses ist erfindungsgemäß dadurch gewährleistet, daß die Lichtleitfaser mehrfach gebogen ist, wobei Faserstücke mit Links- und Rechtskrümmung derart über die Verbindungsstrecke verteilt angeordnet sind, daß die über die Verbindungsstrecke gemittelte Torsion der Faser etwa Null ist. Vorzugsweise gilt dieses auch für einzelne Unterabschnitte der Faser, so daß Links- und Rechtskrümmungen gleichmäßig über die Faser verteilt sind. Vorzugsweise ist die Faser schraubenförmig abwechselnd als Rechts- und Linksschraube gewunden. Es sind auch Mischformen mit einem ebenen Mäander möglich.

30

35

Grundlage dieser Erfindung ist die bewegungs- und formabhängige Doppelbrechung einer optischen Faser: Die lineare Doppelbrechung hängt

- 4 -

- stark von der Elliptizität des Faserkerns, weniger stark von der Biegung der Faser und kaum von der Schraubenwindung mit großem Radius der Faser ab. Demgegenüber hängt die zirkulare Doppelbrechung kaum von der Elliptizität des Faserkerns und von der Biegung der Faser ab, dagegen sehr stark von der
- 5 Schraubenwindung der Faser. Die Hauptursache für die Formabhängigkeit des Polarisationszustandes am Ausgang einer Glasfaser ist die starke Abhängigkeit der optischen Aktivität der Faser von der genauen Form ihrer Schraubenwindungen. Dieser Effekt ist in erster Näherung achromatisch und verursacht keine Polarisationsmodendispersion. Er wird durch eine der
- 10 sogenannten optischen Berry-Phasen, die "Spinredirektionsphase" verursacht (R.Y. Chiao, Y.S. Wu, Phys. Rev. Lett. 57, 933 (1986)). Es handelt sich bei dieser Berry-Phase (oder geometrischen Phase) um einen Phaseneffekt, der durch die Struktur der Raumkurve der Faser verursacht wird und nicht durch einen optischen Weg wie bei der normalen dynamischen Phase des Lichtes.
- 15 Dennoch haben geometrische Phasen bezüglich der Interferenz des Lichtes dieselben Eigenschaften wie die normale dynamische Phase.

- Die Größe der Spinredirektionsphase in einer schraubenförmig gewundenen Faser ist gleich dem Raumwinkel  $\Omega$ , den der  $k$ -Vektor ( $k$  entspricht der
- 20 Ausbreitungskonstanten  $\beta$  in der technischen Literatur) auf der Kugel der Orientierungen der Lichtausbreitung im Gegenuhrzeigersinn umläuft, wenn das Licht in der Faser durch eine Schraubenwindung geführt wird. Die Spinredirektionsphase ist additiv und ändert ihr Vorzeichen, wenn sich der Schraubensinn der Faser ändert, z. B. von der Links- zur Rechtsschraube.
- 25

- Zur Reduktion dieses formbedingten Polarisierungseffekts muß die Faser aus gewundenen Faserstücken mit wechselndem Windungssinn bestehen. Beispielsweise sind die Faserstücke abwechselnd rechts und links gewunden, wobei der Raumwinkel, die der  $k$ -Vektor in den linksgewundenen Stücken
- 30 umläuft, gleich dem Raumwinkel ist, den der  $k$ -Vektor in den rechtsgewundenen Stücken umläuft. Im einfachsten Fall folgt die Faser abwechselnd gleichlang und gleichgewunden einer Rechts- und dann einer Linksschraube, oder rechts- und linksgewundene Faserstücke einer festen Länge lösen sich abwechselnd ab.
- 35

Zur Reduktion der Polarisationsabhängigkeit von Formänderungen der Faserstrecke müssen die Abschnitte mit Rechts- und Linksschraubenwindung der Faser so auf der Faser verteilt werden, daß sich bei der Formänderung der

- 5 -

Faser die Änderungen  $d\Omega_i$  der Raumwinkel  $\Omega_i$  der k-Vektoren im i-ten Faserstück zu Null addieren, also  $\sum d\Omega_i = 0$ .

- Die Polarisationsvariation eines optischen Signals am Ausgang einer bewegten optischen Verbindungsstrecke mit einer Lichtleitfaser wird vorteilhaft reduziert, indem die Lichtleitfaser mehrfach gebogen wird, wobei Faserstücke mit Rechts- und Linkskrümmung derart über die Verbindungsstrecke verteilt werden, daß die über die Verbindungsstrecke gemittelte Torsion der Faser etwa Null ist.
- Um die Polarisationsvariation auch bei Formänderungen nur eines Faserteils zur reduzieren, wird die Lichtleitfaser vorzugsweise derart gebogen, daß die über Unterabschnitte der Verbindungsstrecke gemittelte Torsion des Unterabschnitts etwa Null ist. Ein Unterabschnitt ist dabei ein Faserabschnitt, der wenigstens so lang ist, daß er rechts- und linksgewundene Faserstücke enthält, deren Torsion sich jeweils ausgleicht, z.B. zwei aufeinanderfolgende einzelne Rechts- bzw. Linkswindungen.
- Vorteilhaft ist die Lichtleitfaser mit wechselndem Windungssinn um eine gerade Anzahl, vorzugsweise zwei, nebeneinander liegender Trägerelemente gewandelt. Dabei kann einer oder mehreren Linkswindungen um eines der Trägerelemente die entsprechende Anzahl von Rechtswindungen um ein anderes Trägerelement folgen.
- Eine andere Weiterbildung der Verbindungsstrecke sieht vor, daß sie zur Hin- und Rückleitung des Lichtes wenigstens zwei schraubenförmig gewandelte Lichtleitfasern mit unterschiedlichem Windungssinn aufweist. Dabei können vorteilhaft beide Lichtleitfasern um dasselbe Trägerelement gewunden sein, wobei und die äußere der beiden Windungen einen etwas größeren Windungsabstand aufweist, so daß Hin- und Rückleitung etwa gleiche betragsmäßige Torsion mit unterschiedlichem Vorzeichen haben.

- Damit erlaubt die erfindungsgemäße Verbindungsstrecke Nachrichtenübertragung in bewegten Fasern mit weitgehend reduzierter Polarisationsvariation am Ausgang.

Um die Effekte der biegungs- und spannungsinduzierten Doppelbrechung des Fasermaterials auf den Polarisationszustand des Übertragungssignals zu

vermindern, ist der Windungsradius der Lichtleitfaser nicht zu klein zu wählen. Er beträgt vorzugsweise wenigstens 2 cm, besonders bevorzugt wenigstens 3 cm.

- 5 In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Lichtleitfaser mit einem elastischen Trägermaterial verbunden ist, welches bei mechanischer Belastung eine Formveränderung der Verbindungsleitung ermöglicht und bei Nichtbelastung die Lichtleitfaser in ihrer gebogenen Ausgangsform hält.
- 10 Mit dieser Verbindungsstrecke läßt sich eine kompakte, aber bewegliche und längenveränderliche Verbindung zum optischen Datentransfer zwischen einem Sender und einem Empfänger herstellen. Dadurch wird eine mechanische Behinderung der Gesamtvorrichtung, welche Sender, Empfänger und Verbindungsstrecke umfaßt, vermindert. Des weiteren ist das
- 15 Ausgangssignal weitgehend unempfindlich gegenüber Formänderungen der Verbindungsstrecke.
- Vorzugsweise ist die Lichtleitfaser schraubenförmig gewendelt, z.B. nach Art eines Telefonkabels. Bei Belastung in Längsrichtung der Schraube bzw. des
- 20 Mäanders kann die Verbindungsstrecke zieharmonikaartig auseinandergezogen werden und nimmt bei Wegfall der Belastung wieder ihre kompakte Ausgangsform ein.
- In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Lichtleitfaser um wenigstens ein
- 25 längliches Trägerelement gewunden, z.B. einen Zylinder. Vorzugsweise ist das Trägerelement flexibel. Das Trägerelement ist beispielsweise ein flexibler Stab.
- Zur Realisierung und Stabilisierung ihrer gebogenen Form ist die Faser
- 30 vorzugsweise am Trägerelement so befestigt, daß sie in ihrer gewundenen Form beweglich ist, aber auf dem Trägerelement stabilisiert bleibt, z.B. indem sie in das Trägerelement eingelassen oder zwischen Trägerelement und einem Hüllmaterial eingebettet ist.
- 35 Kurzbeschreibung der Zeichnung, in der zeigen:  
Figuren 1 bis 3 Beispiele für erfindungsgemäße Verbindungsleitungen zur Reduktion des Formeinflusses auf die Polarisierung des Ausgangssignals;



Die Figuren 1 bis 3 zeigen Beispiele für erfindungsgemäße Verbindungsleitungen, welche kompakt, beweglich und flexibel sind. Des weiteren sind sie derart gestaltet, daß der Einfluß der Form der Verbindungsleitung auf die Polarisierung des Ausgangssignals reduziert ist. Sie sind also besonders geeignet, relativ zueinander ortsveränderliche optische Sender und Empfänger zum Zwecke der Datenkommunikation miteinander zu verbinden.

Im oberen Teil der Figur 1 ist ein Ausschnitt aus einer solchen Verbindungsstrecke dargestellt, welche aus einem Zylinder 2 als Trägermaterial bzw. Trägerelement und einer Lichtleitfaser 1 besteht. Die Lichtleitfaser 1 ist schraubenförmig um den Zylinder 2 gewickelt, wobei der Sinn der Wendelung etwa in der Zylindermitte am Punkt B wechselt. Damit ist die Torsion der Lichtleitfaser im linken Teil der Verbindungsstrecke negativ, im rechten positiv, so daß die gemittelte Torsion etwa Null ist.

Um den Sinn der Wendelung auf einem Zylinder zu wechseln, muß ein Bogen B gewickelt werden. Dieser Bogen wird beispielsweise zusammen mit der übrigen Rechts-Links-Wicklung durch Klebstoff oder Schürung auf dem Zylinder befestigt, da er sich sonst löst.

Zur Herstellung einer längeren Verbindungsstrecke können sich mehrere derartige Leitungsstücke gemäß Fig. 1 aneinander anschließen. Das dargestellte Faserstück ist dann ein Unterabschnitt, in dem die gemittelte Torsion etwa Null ist.

Im unteren Teil der Figur 1 ist schematisch der  $k$ -Vektor des in die Faser eingekoppelten Lichts und der dazugehörige Raumwinkel  $\Omega$  dargestellt. Bezeichnet  $r(s)$  die von der Faser beschriebene Raumkurve als Funktion der Bogenlänge  $s$ , so ergibt sich der Raumwinkel  $\Omega$  als Maß für die Berry-Phase aus der Torsion  $\tau$  der Raumkurve wie folgt ( $s_1, s_2$  bezeichnen den Anfang bzw. das Ende der Faser):

$$\int_{s_1}^{s_2} \tau(s) ds = \Omega \propto \Phi_{\text{Berry}}, \text{ wobei } k(s_1) = k(s_2)$$

In Figur 2 sind zwei weitere Beispiele für erfindungsgemäße Verbindungsstrecken bzw. Ausschnitte daraus gezeigt. In Figur 2A ist die Lichtleitfaser 3 doppelt über zwei Zylinder 4, 5 gewickelt. Um den Zylinder 4

- 8 -

beschreibt die Faser 3 eine Linkswindung (L), um den Zylinder 5 eine Rechtswindung (R). Durch das Abwechseln beider Zylinder wechselt stets eine Rechtsschraubenwindung und eine Linksschraubenwindung ab.

- 5 Die Glasfaser 3 ist dabei wie eine Telephonzuleitung in ein Material eingebettet, das formbeständig aber hochelastisch ist, so daß die Zuleitung ziehharmonikaartig auseinandergezogen werden kann und sich wieder zusammenzieht, wenn die Spannungskraft nachläßt. Des weiteren können die Zylinder 4, 5 selbst elastisch sein, um eine laterale Bewegung der
- 10 Verbindungsstrecke zu ermöglichen.

- Die Rückleitung des optischen Signals kann durch die gleiche Glasfaser erfolgen, aber z. B. auf einem anderen spektralen Kanal. Da die geometrische Phase achromatisch ist und eine Rechtsschraube (Linksschraube) eine
- 15 Rechtsschraube (Linksschraube) bleibt, wenn sie in umgekehrter Richtung durchlaufen wird, tritt für die optische Hin- und Rückleitung derselbe Kompensationseffekt für die formabhängigen Polarisationschwankungen auf.

- An Stelle von zwei Zylinderwicklungen wie in Fig. 2A, kann die Faser auch
- 20 über mehr Zylinder, z. B. vier Zylinder 7, 8, 9, 10 geführt werden. Dies ist in Fig. 2B gezeigt. In dem Fall 2B wechseln sich ebenfalls Rechts- und Linksschleifen ab, jeweils gekennzeichnet durch R bzw. L.

- Es ist grundsätzlich auch möglich, mehrere Linksschleifen auf mehrere
- 25 Rechtsschleifen folgen zu lassen, indem die Faser mehrfach um einen Zylinder gewickelt wird, ehe sie auf den nächsten Zylinder mit entgegengesetztem Windungssinn geführt wird. Wichtig ist, daß die Formel  $\sum d\Omega_i = 0$  erfüllt bleibt und die Torsion der gesamten Lichtleitfaser ausgeglichen ist.

- 30 Die Achromasie der geometrischen Phase erlaubt es, sowohl Weißlichtquellen als auch mehr oder weniger monochromatische Lichtquellen zu verwenden.

- Für den Fall einer Hin- und Rückführung des Lichtes durch die gleiche Verbindungsstrecke besteht die Möglichkeit, zwei Zylinderwicklungen
- 35 nebeneinander anzubringen, von denen die eine, eine Rechtsschraube, als Zuleitung dient und die andere, eine Linksschraube, als Rückleitung. Die elastischen Umhüllungen, die die Formelastizität der Leitung bestimmen, können voneinander getrennt sein, es ist jedoch vorteilhaft, sie

zusammenhängend zu gestalten, so daß sie sich nicht voneinander trennen können und die Bewegung der Leitung gemeinsam gleichartig mitmachen.

5 In diesem Fall einer einzigen Rechtsschraube als Hin(Rück)-Leitung und einer einzigen Linksschraube als Rück(Hin)-Leitung können die beiden elastischen Wendelungen 11, 12 auch auf einen einzigen Zylinder 13 übereinander gewickelt werden, wie in Figur 3 dargestellt. Da die äußere Wicklung einen etwas größeren Durchmesser hat, muß ihre Steigung etwas größer als die der inneren Wicklung gewählt werden, um die Bedingung  
10  $\sum d\Omega_i = 0$  zu erfüllen.

Die hier beschriebenen Zu- und Ableitungen werden beispielsweise zwischen einer ortsfesten Basisstation, z. B. dem Meß- oder Steuergerät und dem beweglichen Sensor, z. B. einem Telephonhörer oder einem anderen Sensor  
15 frei gespannt oder durch Rohre oder Drähte mit Zug- und Spannrollen gestützt. Dadurch wird die Abhängigkeit der Polarisierung des übertragenden Lichtes von der Bewegung der Leitung reduziert. Eine Anwendung von abwechselnd gewendelten Leitungen der beschriebenen Art ist auch zur beweglichen Verbindung von verschiedenen Kabelstrecken in den  
20 Knotenpunkten der Telekommunikation mit Hilfe von kurzen, mit Steckern ausgerüsteten Glasfaserleitungen günstig. Diese frei beweglichen Verbindungen führen dann eine wesentlich geringere zeitliche Polarisationsänderung in den Nachrichtenfluß der Übertragungsstrecke ein, als die gewöhnlichen Schleifenverbindungen. Außerdem reduzieren sie den  
25 "Kabelsalat".

Gewerbliche Anwendbarkeit:

Die Erfindung läßt sich in allen Bereichen, in denen optische Signale über Lichtleitfaserstrecken übertragen werden, gewerblich anwenden. Vorteilhaft  
30 ist sie einsetzbar bei Anordnungen mit relativ zueinander positionsveränderlichem Sendern bzw. Empfänger eines optischen Signals, bei denen die Qualität des Übertragungssignals häufig durch Formänderungen der Übertragungsstrecke beeinträchtigt wird.

Patentansprüche

1. Optische Verbindungsstrecke mit wenigstens einer Lichtleitfaser, insbesondere zur Nachrichtenübertragung, **dadurch gekennzeichnet**, daß  
5 die Lichtleitfaser mehrfach gebogen ist, wobei Faserstücke mit Rechts- und Linkskrümmung derart über die Verbindungsstrecke verteilt angeordnet sind, daß die über die Verbindungsstrecke gemittelte Torsion der Faser etwa Null ist.
- 10 2. Optische Verbindungsstrecke nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtleitfaser derart gebogen ist, daß die über Unterabschnitte der Verbindungsstrecke gemittelte Torsion des Unterabschnitts etwa Null ist.
- 15 3. Optische Verbindungsstrecke nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtleitfaser schraubenförmig abwechselnd als Rechts- und Linksschraube gewunden ist.
- 20 4. Optische Verbindungsstrecke nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine oder mehrere Rechtswindungen auf eine oder mehrere Linkswindungen folgen und sich abwechseln, wobei die Länge des Faserstücks mit Rechtsschraubenwendelung der Länge des Faserstücks mit Linksschraubenwendelung entspricht.
- 25 5. Optische Verbindungsstrecke nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtleitfaser mit einem elastischen Trägermaterial verbunden ist, welches bei mechanischer Belastung eine Formveränderung der Verbindungsleitung ermöglicht und bei Nichtbelastung die Lichtleitfaser in ihrer gebogenen Ausgangsform hält.
- 30 6. Optische Verbindungsstrecke nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtleitfaser um wenigstens ein längliches Trägerelement, vorzugsweise einen Zylinder, gewunden ist.
- 35 7. Optische Verbindungsstrecke nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Trägerelement flexibel ist.

8. Optische Verbindungsstrecke nach einem der Ansprüche 6 oder 7,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Faser am Trägerelement befestigt derart  
befestigt ist, daß sie in ihrer gewundenen Form beweglich, aber auf dem  
Trägerelement stabilisiert bleibt.
- 5
9. Optische Verbindungsstrecke nach Anspruch 8,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Faser in das Trägerelement eingelassen  
oder zwischen Trägerelement und einem Hüllmaterial eingebettet ist.
- 10
10. Optische Verbindungsstrecke nach einem der Ansprüche 6 bis 9,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtleitfaser mit wechselndem  
Windungssinn um eine gerade Anzahl, vorzugsweise zwei, nebeneinander  
liegender Trägerelemente gewandelt ist.
- 15
11. Optische Verbindungsstrecke nach einem der Ansprüche 6 bis 10,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß einer oder mehreren Linkswindungen um  
eines der Trägerelemente die entsprechende Anzahl von Rechtswindungen um  
ein anderes Trägerelement folgt.
- 20
12. Optische Verbindungsstrecke nach einem der vorangegangenen  
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie zur Hin- und Rückleitung des  
Lichtes wenigstens zwei schraubenförmig gewandelte Lichtleitfasern mit  
unterschiedlichem Windungssinn aufweist.
- 25
13. Verbindungsstrecke nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß beide Lichtleitfasern um dasselbe Trägerelement gewunden sind, wobei  
die äußere der beiden Windungen einen etwas größeren Windungsabstand  
aufweist, so daß Hin- und Rückleitung etwa gleiche Torsion mit  
unterschiedlichem Vorzeichen haben.
- 30
14. Optische Verbindungsstrecke nach einem der vorangegangenen  
Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Windungsradius der  
Lichtleitfaser größer als 2 cm, vorzugsweise größer als 3 cm ist.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

1 / 3

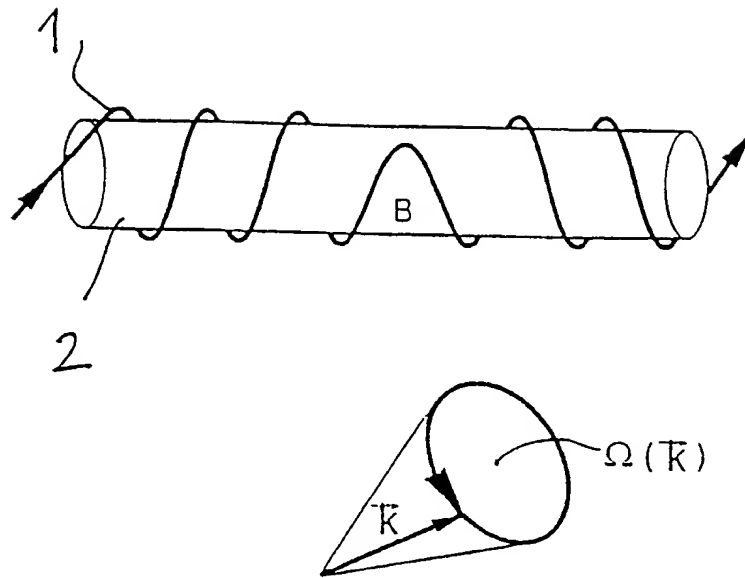
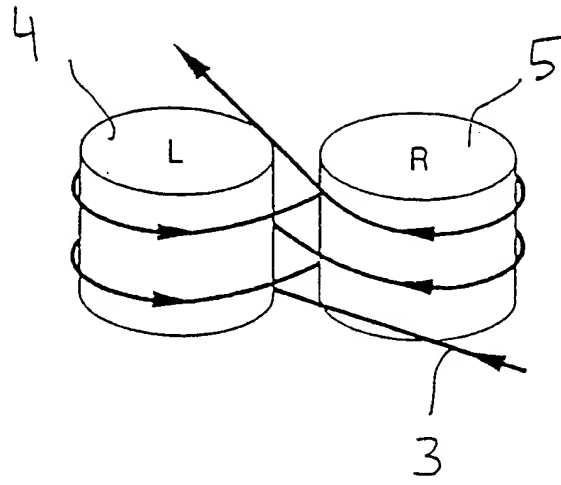


FIG. 1

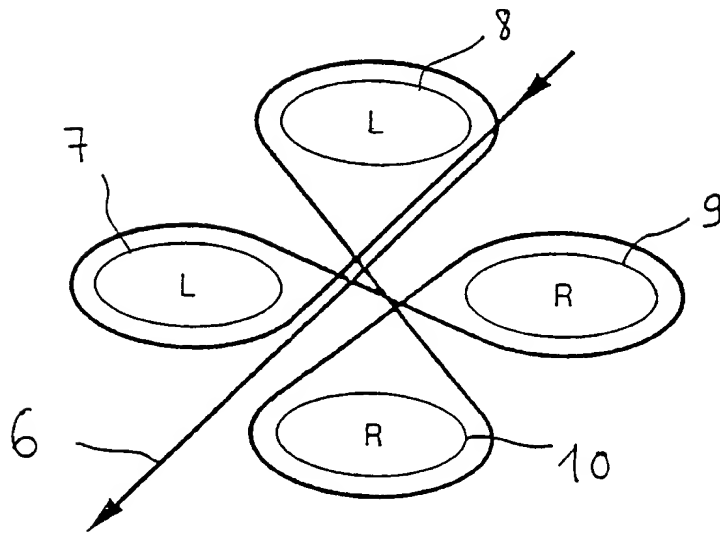
**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



2/3



A



B

FIG. 2

**THIS PAGE BLANK (USE**

3/3

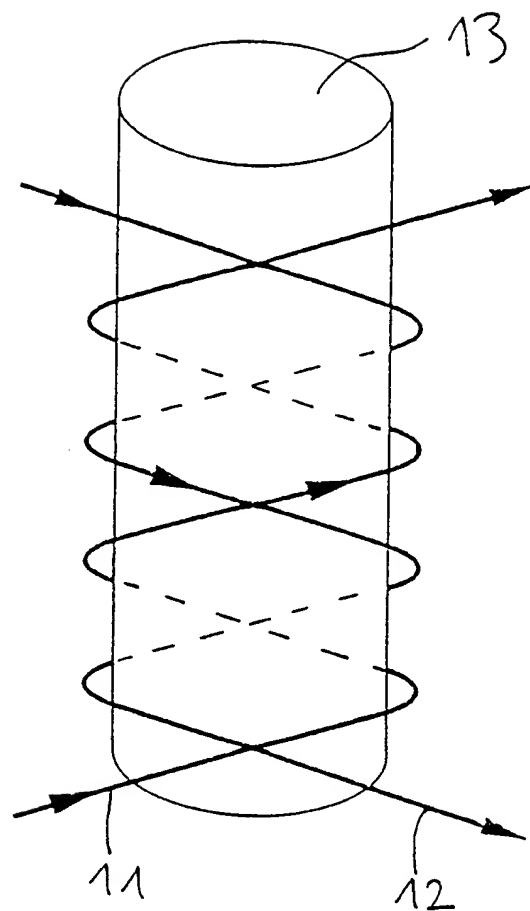


FIG. 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

National Application No

PCT/EP 99/05664

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 G02B6/14 G02B6/16 H04B10/18		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G02B H04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 701 376 A (SHIRASAKI MASATAKA) 23 December 1997 (1997-12-23) figures 3A-8B column 11, line 1 - line 42 column 5 -column 10 column 4, line 6 - line 67 ---	1
A	EP 0 646 819 A (AT & T CORP) 5 April 1995 (1995-04-05) figures column 9, line 1 - line 54 column 8, line 22 - line 58 column 4 -column 5 column 3, line 15 - line 58 --- -/--	1,6,9
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
13 December 1999		04/02/2000
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Mathyssek, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/05664

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 613 028 A (ANTOS A JOSEPH ET AL) 18 March 1997 (1997-03-18) column 7, line 1 - line 41 column 6, line 1 - line 67 column 5, line 41 - line 67 figure 3 ---	1,3,4
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 06, 28 June 1996 (1996-06-28) & JP 08 050208 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE), 20 February 1996 (1996-02-20) the whole document ---	13
A	EP 0 582 405 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 9 February 1994 (1994-02-09) figures 2-6 column 6, line 1 - line 27 column 2 -column 5 column 1, line 47 - line 58 ---	1
A	US 5 408 545 A (LEE HO-SHANG ET AL) 18 April 1995 (1995-04-18) column 7, line 1 - line 60 column 3 -column 6 column 2, line 9 - line 68 figures 3A-7 ---	1
A	HALDANE F.D.M.: "Path dependence of the geometric rotation of polarization in optical fibers" OPTICS LETTERS., vol. 11, no. 11, November 1986 (1986-11), pages 730-732, XP002125466 OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON., US ISSN: 0146-9592 the whole document ---	1
A	PETROV N.I.: "Evolution of polarization in an inhomogeneous isotropic medium" JOURNAL OF EXPERIMENTAL AND THEORETICAL PHYSICS, vol. 85, no. 6, December 1997 (1997-12), pages 1085-1093, XP000861541 USA see sections 4 and 5 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/05664

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5701376	A	23-12-1997	JP 9043443 A	14-02-1997
EP 0646819	A	05-04-1995	US 5440659 A	08-08-1995
			CA 2130722 A	31-03-1995
			JP 7168070 A	04-07-1995
US 5613028	A	18-03-1997	AU 698533 B	29-10-1998
			AU 6678796 A	05-03-1997
			BR 9610421 A	06-07-1999
			CA 2221989 A	20-02-1997
			CN 1192809 A	09-09-1998
			EP 0843833 A	27-05-1998
			JP 11510619 T	14-09-1999
			WO 9706457 A	20-02-1997
JP 08050208	A	20-02-1996	NONE	
EP 0582405	A	09-02-1994	US 5298047 A	29-03-1994
			CA 2098747 A,C	04-02-1994
			CN 1083449 A,B	09-03-1994
			JP 6171970 A	21-06-1994
			MX 9304583 A	28-02-1994
			US 5418881 A	23-05-1995
US 5408545	A	18-04-1995	NONE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 G02B6/14 G02B6/16 H04B10/18		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RESEARCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G02B H04B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 701 376 A (SHIRASAKI MASATAKA) 23. Dezember 1997 (1997-12-23) Abbildungen 3A-8B Spalte 11, Zeile 1 - Zeile 42 Spalte 5 - Spalte 10 Spalte 4, Zeile 6 - Zeile 67 ---	1
A	EP 0 646 819 A (AT & T CORP) 5. April 1995 (1995-04-05) Abbildungen Spalte 9, Zeile 1 - Zeile 54 Spalte 8, Zeile 22 - Zeile 58 Spalte 4 - Spalte 5 Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 58 ---	1,6,9
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
13. Dezember 1999		04/02/2000
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter
		Mathyssek, K

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 613 028 A (ANTOS A JOSEPH ET AL) 18. März 1997 (1997-03-18) Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 41 Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 67 Spalte 5, Zeile 41 - Zeile 67 Abbildung 3	1,3,4
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1996, no. 06, 28. Juni 1996 (1996-06-28) & JP 08 050208 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE), 20. Februar 1996 (1996-02-20) das ganze Dokument	13
A	--- EP 0 582 405 A (AMERICAN TELEPHONE & TELEGRAPH) 9. Februar 1994 (1994-02-09) Abbildungen 2-6 Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 27 Spalte 2 - Spalte 5 Spalte 1, Zeile 47 - Zeile 58	1
A	--- US 5 408 545 A (LEE HO-SHANG ET AL) 18. April 1995 (1995-04-18) Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 60 Spalte 3 - Spalte 6 Spalte 2, Zeile 9 - Zeile 68 Abbildungen 3A-7	1
A	--- HALDANE F.D.M.: "Path dependence of the geometric rotation of polarization in optical fibers" OPTICS LETTERS., Bd. 11, Nr. 11, November 1986 (1986-11), Seiten 730-732, XP002125466 OPTICAL SOCIETY OF AMERICA, WASHINGTON., US ISSN: 0146-9592 das ganze Dokument	1
A	--- PETROV N.I.: "Evolution of polarization in an inhomogeneous isotropic medium" JOURNAL OF EXPERIMENTAL AND THEORETICAL PHYSICS, Bd. 85, Nr. 6, Dezember 1997 (1997-12), Seiten 1085-1093, XP000861541 USA Siehe Abbildungen 4 und 5	1

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

ationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/05664

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5701376 A	23-12-1997	JP 9043443 A	14-02-1997
EP 0646819 A	05-04-1995	US 5440659 A	08-08-1995
		CA 2130722 A	31-03-1995
		JP 7168070 A	04-07-1995
US 5613028 A	18-03-1997	AU 698533 B	29-10-1998
		AU 6678796 A	05-03-1997
		BR 9610421 A	06-07-1999
		CA 2221989 A	20-02-1997
		CN 1192809 A	09-09-1998
		EP 0843833 A	27-05-1998
		JP 11510619 T	14-09-1999
		WO 9706457 A	20-02-1997
JP 08050208 A	20-02-1996	KEINE	
EP 0582405 A	09-02-1994	US 5298047 A	29-03-1994
		CA 2098747 A,C	04-02-1994
		CN 1083449 A,B	09-03-1994
		JP 6171970 A	21-06-1994
		MX 9304583 A	28-02-1994
		US 5418881 A	23-05-1995
US 5408545 A	18-04-1995	KEINE	

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

70X2

14X2